

Docket No.: 61355-047

**PATENT**

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of	:	Customer Number: 20277
	:	
Masahiro EGAMI	:	Confirmation Number:
	:	
Serial No.:	:	Group Art Unit:
	:	
Filed: September 08, 2003	:	Examiner:
	:	
For: DRIVING ASSIST SYSTEM	:	

**CLAIM OF PRIORITY AND  
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Mail Stop CPD  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

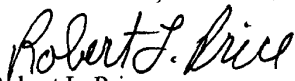
In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicant hereby claims the priority of:

**Japanese Patent Application No. JP2002-282985, filed September 27, 2002.**

cited in the Declaration of the present application. A certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT, WILL & EMERY

  
Robert L. Price  
Registration No. 22,685

600 13<sup>th</sup> Street, N.W.  
Washington, DC 20005-3096  
(202) 756-8000 RLP:gav  
Facsimile: (202) 756-8087  
**Date: September 8, 2003**

61355-047

Masahiro EGAMI

日本国特許庁 September 8, 2003  
JAPAN PATENT OFFICE McDermott, Will & Emery

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 9月27日

出願番号

Application Number:

特願2002-282985

[ST.10/C]:

[JP2002-282985]

出願人

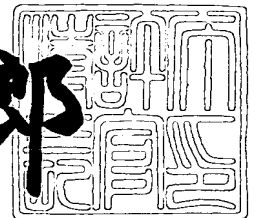
Applicant(s):

日産自動車株式会社

2003年 6月 3日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3043142

【書類名】 特許願

【整理番号】 NM02-00936

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B60K 28/02

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会  
社内

    【氏名】 江上 真弘

【特許出願人】

    【識別番号】 000003997

    【氏名又は名称】 日産自動車株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100084412

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 永井 冬紀

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 004732

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 車両用運転操作補助装置、車両用運転操作補助方法、およびその方法を適用した車両

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

自車両周囲の走行環境を検出する走行環境検出手段と、

前記走行環境検出手段によって検出される走行環境に基づいて、自車両の前後方向および左右方向のリスクポテンシャルを算出するリスクポテンシャル算出手段と、

前記リスクポテンシャル算出手段によって算出された前後方向リスクポテンシャルを運転者に伝達する縦伝達手段と、

前記リスクポテンシャル算出手段によって算出された左右方向リスクポテンシャルを運転者に伝達する横伝達手段と、

前記縦伝達手段および前記横伝達手段の作動／非作動が切り替わる際に、運転者による前記自車両の前後方向あるいは左右方向の運転操作を促して前記自車両を安定させるよう、前記縦伝達手段および前記横伝達手段の出力タイミングを可変とするタイミング可変手段とを有することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の車両用運転操作補助装置において、

前記タイミング可変手段は、前記縦伝達手段および前記横伝達手段がともに作動停止している状態から、前記縦伝達手段および前記横伝達手段がともに作動開始する場合は、前記縦伝達手段の出力タイミングを前記横伝達手段の出力タイミングよりも所定時間先行させることを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の車両用運転操作補助装置において、

前記タイミング可変手段は、前記縦伝達手段および前記横伝達手段がともに作動している状態から、前記縦伝達手段および前記横伝達手段がともに作動停止する場合は、前記横伝達手段の出力タイミングを前記縦伝達手段の出力タイミング

よりも所定時間先行させることを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の車両用運転操作補助装置において、

前記タイミング可変手段は、前記縦伝達手段および前記横伝達手段のうち一方の伝達手段が作動している状態から、前記縦伝達手段および前記横伝達手段がともに作動開始する場合は、前記縦伝達手段の出力タイミングを前記横伝達手段の出力タイミングよりも所定時間先行させることを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の車両用運転操作補助装置において、

前記タイミング可変手段は、前記縦伝達手段および前記横伝達手段がともに作動している状態から、前記縦伝達手段および前記横伝達手段のうち一方の伝達手段が作動停止する場合は、前記横伝達手段の出力タイミングを前記縦伝達手段の出力タイミングよりも所定時間先行させることを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の車両用運転操作補助装置において、

前記タイミング可変手段は、前記縦伝達手段および前記横伝達手段のうち一方の伝達手段が作動している状態から、他方の伝達手段の作動へ切り替わる場合は、前記他方の伝達手段の出力タイミングを前記一方の伝達手段の出力タイミングよりも所定時間先行させることを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の車両用運転操作補助装置において、

前記タイミング可変手段は、前記縦伝達手段および前記横伝達手段がともに作動停止している状態から、前記縦伝達手段および前記横伝達手段のうち一方の伝達手段が作動開始する場合は、前記縦伝達手段および前記横伝達手段の出力タイミングを変化させないことを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の車両用運転操作補助装置において、

前記タイミング可変手段は、前記縦伝達手段および前記横伝達手段のうち一方の伝達手段が作動している状態から、その伝達手段が作動停止する場合は、前記縦伝達手段および前記横伝達手段の出力タイミングを変化させないことを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 9】

請求項 1 から請求項 6 のいずれかに記載の車両用運転操作補助装置において、  
前記タイミング可変手段は、前記縦伝達手段および前記横伝達手段の作動／非作動の切り替わり条件毎に、前記出力タイミングの遅れ時間を設定し、前記設定された遅れ時間にしたがって前記縦伝達手段および前記横伝達手段の出力タイミングを変更することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 10】

請求項 1 から請求項 9 のいずれかに記載の車両用運転操作補助装置において、  
前記縦伝達手段は、前記前後方向リスクポテンシャルに応じてアクセルペダルに発生させる操作反力を制御するアクセルペダル反力制御手段を備えることを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 11】

請求項 1 から 10 のいずれかに記載の車両用運転操作補助装置において、  
前記横伝達手段は、前記左右方向リスクポテンシャルに応じてステアリングホイールの操舵反力を制御する操舵反力制御手段を備えることを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 12】

自車両周囲の走行環境を検出し、  
検出される走行環境に基づいて、自車両の前後方向および左右方向のリスクポテンシャルを算出し、  
算出された前後方向リスクポテンシャルを運転者に伝達する縦伝達手段、および算出された左右方向リスクポテンシャルを運転者に伝達する横伝達手段の作動／非作動が切り替わる際に、運転者による前記自車両の前後方向あるいは左右方向の運転操作を促して前記自車両を安定させるよう、前記縦伝達手段および前記横伝達手段の出力タイミングを可変とすることを特徴とする車両用運転操作補助

方法。

【請求項 1 3】

請求項 1 2 に記載の車両用運転操作補助方法を適用したことを特徴とする車両

【請求項 1 4】

自車両周囲の走行環境を検出する走行環境検出手段と、

前記走行環境検出手段によって検出される走行環境に基づいて、自車両の前後方向および左右方向のリスクポテンシャルを算出するリスクポテンシャル算出手段と、

前記リスクポテンシャル算出手段によって算出された前後方向リスクポテンシャルを運転者に伝達する縦伝達手段と、

前記リスクポテンシャル算出手段によって算出された左右方向リスクポテンシャルを運転者に伝達する横伝達手段と、

前記走行環境検出手段によって検出される走行環境の変化状況に応じて、前記自車両を安定させるように、前記縦伝達手段および前記横伝達手段を所定のタイミングで制御する制御手段とを有することを特徴とする車両用運転操作補助装置

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、運転者の操作を補助する車両用運転操作補助装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来の車両用運転操作補助装置は、車両周囲の状況（障害物）を検出し、その時点における潜在的リスクポテンシャルを求めている（例えば、特許文献 1 参照）。この車両用運転操作補助装置は、算出したリスクポテンシャルに基づいて操舵補助トルクを制御することにより、不慮の事態に至ろうとする操舵操作を抑制する。

本願発明に関連する先行技術文献としては次のものがある。

【特許文献 1】

特開平 1 0 - 2 1 1 8 8 6 号公報

【特許文献 2】

特開平 1 0 - 1 6 6 8 8 9 号公報

【特許文献 3】

特開平 1 0 - 1 6 6 8 9 0 号公報

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述したような車両用運転操作補助装置は、特定の適切でない状況での操作の禁止を促すものであり、操舵および加減速の両方の操作を必要とするような複雑な状況では、運転操作を適切な方向へ促すことが難しいことも予想される。

【0004】

【課題を解決するための手段】

本発明による車両用運転操作補助装置は、自車両周囲の走行環境を検出する走行環境検出手段と、走行環境検出手段によって検出される走行環境に基づいて、自車両の前後方向および左右方向のリスクポテンシャルを算出するリスクポテンシャル算出手段と、リスクポテンシャル算出手段によって算出された前後方向リスクポテンシャルを運転者に伝達する縦伝達手段と、リスクポテンシャル算出手段によって算出された左右方向リスクポテンシャルを運転者に伝達する横伝達手段と、縦伝達手段および横伝達手段の作動／非作動が切り替わる際に、運転者による自車両の前後方向あるいは左右方向の運転操作を促して自車両を安定させるよう、縦伝達手段および横伝達手段の出力タイミングを可変とするタイミング可変手段とを有する。

【0005】

【発明の効果】

縦方向および横方向のリスクポテンシャルを時間的に分離して運転者に知らせるので、自車両の挙動を安定させることができる。

【0006】



## 【発明の実施の形態】

## 《第 1 の実施の形態》

本発明の第 1 の実施の形態による車両用運転操作補助装置について、図面を用いて説明する。図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態による車両用運転操作補助装置 1 の構成を示すシステム図であり、図 2 は、車両用運転操作補助装置 1 を搭載し、本発明による車両用運転操作補助方法を適用する車両の構成図である。

## 【0007】

まず、車両用運転操作補助装置 1 の構成を説明する。レーザレーダ 10 は、車両の前方グリル部もしくはバンパ部等に取り付けられ、水平方向に赤外光パルスを走査する。レーザレーダ 10 は、前方にある複数の反射物（通常、前方車の後端）で反射された赤外光パルスの反射波を計測し、反射波の到達時間より、複数の前方車までの車間距離とその存在方向を検出する。検出した車間距離及び存在方向はコントローラ 50 へ出力される。なお、本実施の形態において、前方物体の存在方向は、自車両に対する相対角度として表すことができる。レーザレーダ 10 によりスキャンされる前方の領域は、自車正面に対して  $\pm 6 \text{ deg}$  程度であり、この範囲内に存在する前方物体が検出される。

## 【0008】

前方カメラ 20 は、フロントウィンドウ上部に取り付けられた小型の CCD カメラ、または CMOS カメラ等であり、前方道路の状況を画像として検出し、コントローラ 50 へと出力する。前方カメラ 20 による検知領域は水平方向に  $\pm 30 \text{ deg}$  程度であり、この領域に含まれる前方道路風景が画像として取り込まれる。

## 【0009】

後側方カメラ 21 は、リアウィンドウ上部の左右端付近に取り付けられた 2 つの小型の CCD カメラ、もしくは CMOS カメラ等である。後側方カメラ 21 は、自車後側方の道路、特に隣接車線上の状況を画像として検出し、コントローラ 50 へと出力する。

## 【0010】

車速センサ 30 は、車輪の回転数等から自車両の走行車速を検出し、コントロ

ーラ 5 0 へ出力する。

【 0 0 1 1 】

コントローラ 5 0 は、CPU と、ROM および RAM 等の CPU 周辺部品とから構成されており、CPU のソフトウェア形態により、車両用運転操作補助装置 1 全体の制御を行う。コントローラ 5 0 は、車速センサ 3 0 から入力される自車速と、レーザレーダ 1 0 から入力される距離情報と、前方カメラ 2 0 および後側方カメラ 2 1 から入力される車両周辺の画像情報とから、自車両周囲の走行環境すなわち障害物状況を検出する。なお、コントローラ 5 0 は、前方カメラ 2 0 および後側方カメラ 2 1 からの画像情報を画像処理し、自車両周囲の障害物状況を検出する。ここで、自車両周囲の障害物状況としては、自車両前方を走行する先行車両までの車間距離、隣接車線を走行する他車両の有無と接近度合、および車線識別線（白線）およびガードレールに対する自車両の左右位置（相対位置と角度）、さらに車線識別線およびガードレールの形状などである。

【 0 0 1 2 】

コントローラ 5 0 は、検出した障害物状況に基づいて各障害物に対する自車両のリスクポテンシャルを算出し、後述するようにリスクポテンシャルに応じた操舵反力／ペダル反力制御を行う。

【 0 0 1 3 】

操舵反力制御装置 6 0 は、車両の操舵系に組み込まれ、コントローラ 5 0 からの指令に応じて、サーボモータ 6 1 で発生させるトルクを制御する。サーボモータ 6 1 は、操舵反力制御装置 6 0 からの指令値に応じて発生させるトルクを制御し、運転者がハンドルを操作する際に発生する操舵反力を任意に制御することができる。

【 0 0 1 4 】

アクセルペダル反力制御装置 8 0 は、コントローラ 5 0 からの指令に応じて、アクセルペダル 8 2 のリンク機構に組み込まれたサーボモータ 8 1 で発生させるトルクを制御する。サーボモータ 8 1 は、アクセルペダル操作反力制御装置 8 0 からの指令値に応じて発生させる反力を制御し、運転者がアクセルペダル 8 2 を操作する際に発生する踏力を任意に制御することができる。

## 【 0 0 1 5 】

次に、第 1 の実施の形態による車両用運転操作補助装置 1 の作用を説明する。  
その作用の概略を以下に述べる。

コントローラ 5 0 は、自車両の走行車速、および自車両と自車前方や隣接車線に存在する他車両との相対位置やその移動方向と、車線識別線（白線）やガードレールに対する自車両の相対位置等の自車両周囲の障害物状況を認識する。コントローラ 5 0 は、認識した障害物状況に基づいて、各障害物に対する自車両のリスクポテンシャルを求める。さらに、各障害物に対するリスクポテンシャルの前後（縦）方向成分および左右（横）方向成分に基づいて、縦方向の反力制御量および横方向の反力制御量を算出する。

## 【 0 0 1 6 】

算出された縦方向の反力制御量は、縦方向の反力制御指令値として、アクセルペダル反力制御装置 8 0 へ出力される。アクセルペダル反力制御装置 8 0 は、入力された反力制御指令値に応じてサーボモータ 8 1 を制御することにより、アクセルペダル反力特性を変更する。これにより、運転者の実際のアクセルペダル操作量を適切な値に促すように制御する。

## 【 0 0 1 7 】

一方、算出された横方向の反力制御量は、横方向の反力制御指令値として、操舵反力制御装置 6 0 へ出力される。操舵反力制御装置 6 0 は、入力された反力制御指令値に応じてサーボモータ 6 1 を制御することにより、操舵反力特性を変更する。これにより、運転者の実際の操舵角を適正な操舵角に促すように制御する。

## 【 0 0 1 8 】

このように、第 1 の実施の形態による車両用運転操作補助装置 1 は、アクセルペダルの踏み込み操作やステアリングホイール操作の際に発生する反力を制御することによって、車両縦方向および横方向のリスクポテンシャルを運転者に伝達し、自車両の加減速操作や操舵操作を補助するものである。ただし、車両縦方向および横方向の反力制御を同時に行っても、運転者にとっては縦／横方向のリスクポテンシャルを正確に認識することが困難となり、さらには車両挙動が不安定

となることが予想される。

【0019】

そこで、本発明の第1の実施の形態においては、自車両周囲の走行環境（障害物状況）に応じて、縦方向の反力制御および横方向の反力制御を行うタイミングをずらし、縦／横方向のリスクポテンシャルを時間的に分離して運転者に伝達する。

【0020】

図3に、自車両周囲の障害物状況の遷移、すなわち情報伝達モードの遷移と、縦方向反力制御および横方向反力制御の発生タイミングとの関係を示す。以下に、図3に従って、情報伝達モードの遷移毎の反力制御について説明する。

【0021】

A：情報伝達なし→縦方向の情報伝達

例えば、自車両周囲に障害物が存在しない状態から、自車線内の先行車が検出された場合、先行車が検出されると同時に、先行車に対するリスクポテンシャルに応じて縦方向の反力制御を行う。

【0022】

先行車に対する縦方向のリスクポテンシャル  $RP1$  は、例えば先行車までの余裕時間  $TT C$ 、および先行車までの車間時間  $TH W$  に基づいて、以下の（式1）を用いて算出することができる。

【数1】

$$RP1 = a / THW + b / TTC \quad (\text{式1})$$

ここで、定数  $a$ 、 $b$  は、車間時間  $THW$  および余裕時間  $TTC$  にそれぞれ適切な重み付けをするパラメータであり、 $a < b$ （例えば  $a = 1$ ， $b = 8$ ）となるように設定する。

【0023】

余裕時間  $TTC$  は、先行車までの車間距離  $D$  および相対速度  $V_r$  を用いて以下の（式2）のように表され、車間時間  $THW$  は、車間距離  $D$  および自車速  $V_f$  を用いて以下の（式3）のように表される。

【数2】

$$TTC = D / V_r \quad (式 2)$$

【数 3】

$$THW = D / V_f \quad (式 3)$$

なお、自車両が先行車両に追従する場合は、(式 3)において自車速  $V_f$  の代わりに先行車速  $V_a$  を用いることもできる。

【0 0 2 4】

図 4 に、縦方向リスクポテンシャル  $RP_1$  に対するアクセルペダル反力制御指令値  $FA$  の特性の一例を示す。図 4 に示すように、縦方向リスクポテンシャル  $RP_1$  が所定値  $RP_{max}$  よりも小さい場合、縦方向リスクポテンシャル  $RP_1$  が大きいほど、大きなアクセルペダル反力を発生させるようにアクセルペダル反力制御指令値  $FA$  を算出する。縦方向リスクポテンシャル  $RP_1$  が所定値  $RP_{max}$  以上の場合には、最大のアクセルペダル反力を発生させるように、アクセルペダル反力制御指令値  $FA$  を最大値  $FA_{max}$  に固定する。

【0 0 2 5】

コントローラ 50 は、算出した縦方向反力制御指令値  $FA$  をアクセルペダル反力制御装置 80 に出力し、先行車が検出されると同時にアクセルペダル反力制御を開始する。

【0 0 2 6】

B：情報伝達なし→横方向の情報伝達

例えば、自車両周囲に障害物が存在しない状態から、白線（レーンマーカ）や側壁が検出された場合、左右方向の障害物が検出されると同時に、その障害物に対するリスクポテンシャルに応じて横方向の反力制御を行う。

【0 0 2 7】

車両横方向に存在する障害物に対するリスクポテンシャル  $RP_2$  は、例えば障害物に対する自車両の相対位置に基づいて算出する。障害物として側壁が検出された場合、自車両から側壁までの車両左右方向の距離  $DL$  の逆数を横方向のリスクポテンシャル  $RP_2$  とすることができる。

【0 0 2 8】

図 5 に、横方向リスクポテンシャル  $RP_2$  に対する操舵反力制御指令値  $FS$  の

特性の一例を示す。なお、図 5 において、横方向リスクポテンシャル  $RP2$  がプラスである場合は、右方向のリスクポテンシャルであることを示し、横方向リスクポテンシャル  $RP2$  がマイナスの場合は、左方向のリスクポテンシャルであることを示している。図 5 に示すように、横方向リスクポテンシャル  $RP2$  の絶対値が所定値  $RPmax$  よりも小さい場合は、リスクポテンシャルの絶対値が大きくなるほど、ハンドルを中立位置へ戻す方向の操舵反力が大きくなるように操舵反力制御指令値  $FS$  を設定する。横方向リスクポテンシャル  $RP2$  の絶対値が所定値  $RPmax$  以上の場合は、ハンドルを迅速に中立位置に戻すように、最大の操舵反力制御指令値  $FSmax$  を設定する。

#### 【0029】

コントローラ 50 は、算出した操舵反力制御指令値  $FS$  を操舵反力制御装置 60 に出力し、横方向の障害物が検出されると同時に操舵反力制御を開始する。

#### 【0030】

C：縦方向の情報伝達→情報伝達なし

例えば自車線内に先行車が存在する状態から、先行車が検出されなくなった場合、先行車が検出されなくなると同時に縦方向の反力制御を解除、すなわち終了する。

#### 【0031】

D：横方向の情報伝達→情報伝達なし

例えばレーンマーカや側壁が検出されていた状態から、これらの障害物が検出されなくなった場合、レーンマーカや側壁が検出されなくなると同時に横方向の反力制御を終了する。

#### 【0032】

上述した A～D のモード遷移のように、縦方向あるいは横方向の単一方向の障害物状況が変化した場合、障害物状況が変化すると同時にその情報を迅速に運転者に知らせる。一方、以下に説明する E～L のモード遷移は、縦方向および横方向の障害物状況が同時に変化する場合であり、縦方向および横方向のタイミングをずらして反力制御を行う。

#### 【0033】

## E：情報伝達なし→縦＋横方向の情報伝達

図 6（a）～（c）に、モード遷移 E の具体的な障害物状況を示し、図 6（d）に、縦方向および横方向の反力制御のタイムチャートを示す。図 6（a）～（c）に示すように、縦＋横方向の反力制御を行う対象の障害物は、例えば自車両斜め前方に存在する駐停車車両、コーナーに設けられたガードレール、あるいは車線変更後の自車線に存在する先行車と隣接車線を走行する他車両である。ここでは、自車両に設置されたセンサおよびカメラの検出エリア a 内にこれらの障害物が入った時点で、縦＋横方向の対象障害物を検出したとする。

## 【0034】

コントローラ 50 は、レーザレーダ 10 および前方カメラ 20 等によって対象障害物が検出されると、対象障害物に対するリスクポテンシャルを算出する。例えば、図 6（a）に示すように自車両斜め前方の駐停車車両が検出された場合、上述した（式 2）を用いて駐停車車両までの余裕時間  $TTC$  を算出し、余裕時間  $TTC$  の逆数  $1/TTC$  を、駐停車車両に対する縦＋横方向のリスクポテンシャル  $RP3$  とする。そして、自車両に対する駐停車車両の相対角度  $\theta_r$  によって、（式 4）、（式 5）に表すように、縦＋横方向リスクポテンシャル  $RP3$  を縦方向および横方向のリスクポテンシャル  $RP1$ 、 $RP2$  に分割する。

## 【数 4】

$$RP1 = RP3 \times \cos \theta_r \quad (\text{式 4})$$

## 【数 5】

$$RP2 = RP3 \times \sin \theta_r \quad (\text{式 5})$$

## 【0035】

なお、図 6（b）に示すように、自車両がコーナーに進入する際にコーナーに設置されたガードレールが検出された場合も、（式 2）、（式 4）、（式 5）を用いて縦方向リスクポテンシャル  $RP1$  および横方向リスクポテンシャル  $RP2$  を算出することができる。

## 【0036】

図 6（c）に示すように、自車両が車線変更を行った後、自車両前方に先行車が存在し、隣接車線に他車両が存在する場合は、縦方向リスクポテンシャル  $RP$

1 と横方向リスクポテンシャル  $RP_2$  を別々に算出する。上述したように、縦方向リスクポテンシャル  $RP_1$  は（式 1）を用いて算出し、横方向リスクポテンシャル  $RP_2$  は隣接する他車両までの相対距離  $DL$  の逆数を用いることができる。

#### 【0037】

コントローラ 50 は、図 4，図 5 に基づいて、算出した縦方向リスクポテンシャル  $RP_1$  に応じたアクセルペダル反力制御指令値  $FA$ 、および横方向リスクポテンシャル  $RP_2$  に応じた操舵反力制御指令値  $FS$  をそれぞれ算出する。そして、算出したアクセルペダル反力制御指令値  $FA$  および操舵反力制御指令値  $FS$  を、アクセルペダル反力制御装置 80 および操舵反力制御装置 60 にそれぞれ出力する。

#### 【0038】

このとき、図 6（d）に示すように、横方向の反力制御指令と縦方向の反力制御指令のタイミングをずらして出力する。具体的には、縦方向の反力制御指令は、対象障害物の検出と同時にアクセルペダル反力制御装置 80 に出力する一方、横方向の反力制御指令は、対象障害物の検出から所定時間  $\Delta T$  後に操舵反力制御装置 60 に出力する。

#### 【0039】

このように、モード遷移 E においては、アクセルペダル反力制御を先行して開始し、アクセルペダル 82 を戻して車速を低下させてから、操舵反力制御を開始する。これにより、操舵反力制御に対する運転者の操舵操作の応答が適正化され、車両挙動が安定する。

#### 【0040】

F：縦方向の情報伝達→縦＋横の情報伝達

図 7（a）（b）に、モード遷移 F の具体的な障害物状況を示し、図 7（c）に、縦方向および横方向の反力制御のタイムチャートを示す。モード遷移 F は、自車両周囲の検出エリア a 内に縦方向の対象障害物が存在する状態で、さらに縦＋横方向の対象障害物が検出された場合である。例えば、図 7（a）に示すように、自車線前方に先行車が存在する状態で、自車両斜め前方の駐停車車両を検出した場合、あるいは、図 7（b）に示すように、先行車が存在する状態でコーナ



ーに進入し、コーナーに設置されたガードレールを検出した場合である。

#### 【 0 0 4 1 】

コントローラ 5 0 は、縦＋横方向の対象障害物が検出されると、対象障害物のリスクポテンシャルを算出する。なお、先行車に対する縦方向リスクポテンシャル  $RP1$  は、上述した（式 1）を用いて既に算出されており、縦方向リスクポテンシャル  $RP1$  に応じてアクセルペダル反力制御が行われている。駐停車車両あるいはコーナーに設けられたガードレールに対する縦＋横方向のリスクポテンシャル  $RP3$  は、（式 2）を用いて算出し、さらに（式 4）（式 5）に表すように縦方向成分と横方向成分とに分割する。したがって、先行車に対するリスクポテンシャルと、縦＋横方向の対象障害物に対するリスクポテンシャルの縦方向成分との合計が、縦＋横方向の対象障害物が検出された後の縦方向リスクポテンシャル  $RP1$  となる。なお、横方向リスクポテンシャル  $RP2$  は、縦＋横方向の対象障害物に対するリスクポテンシャルの横方向成分である。

#### 【 0 0 4 2 】

コントローラ 5 0 は、図 4，図 5 を用い、算出した縦方向および横方向リスクポテンシャル  $RP1$ ， $RP2$  に応じて、アクセルペダル反力制御指令値  $FA$  および操舵反力制御指令値  $FS$  を算出する。そして、算出したアクセルペダル反力制御指令値  $FA$  および操舵反力制御指令値  $FS$  を、アクセルペダル反力制御装置 8 0 および操舵反力制御装置 6 0 に出力する。このとき、図 7（c）に示すように、縦＋横方向の対象障害物が検出されると同時に、縦方向の反力制御指令をアクセルペダル反力制御装置 8 0 に出力する一方、対象障害物の検出から所定時間  $\Delta T$  後に横方向の反力制御指令を操舵反力制御装置 6 0 に出力する。なお、図 7（c）に示すように、縦＋横方向の対象障害物が検出される以前から縦方向の対象障害物（先行車）に応じたアクセルペダル反力制御が行われているので、これに縦＋横方向の対象障害物に応じた縦方向反力制御量を上乗せすることにより、対象検出後のアクセルペダル反力制御を開始（更新）する。

#### 【 0 0 4 3 】

このように、モード遷移 F においては、アクセルペダル反力制御を先行して開始し、アクセルペダル 8 2 を戻して車速を低下させてから、操舵反力制御を開始

する。これにより、操舵反力制御に対する運転者の操舵操作の応答が適正化され、車両挙動が安定する。

#### 【 0 0 4 4 】

なお、モード遷移 F において、縦方向の対象障害物が検出されている状態から縦＋横方向の対象障害物が検出される状態に遷移した場合にも、遷移後に縦方向の対象障害物の状態に変化がない場合は、横方向の反力制御の開始を遅らせない。この場合の具体的な障害物状況と反力制御のタイムチャートの一例を、図 8 ( a ) ( b ) に示す。

#### 【 0 0 4 5 】

図 8 ( a ) に示すように、検出エリア a 内に先行車両が存在する状態で、他車両が車線変更等を行って自車両の横に移動してきた場合、反力制御の対象は縦方向から縦＋横方向の障害物に遷移する。ただし、先行車両の状態に変化はなく、縦方向のリスクポテンシャルは変化しないので、図 8 ( b ) に示すように、アクセルペダル反力制御を一定に保ったまま、自車両の隣に他車両が検出されると同時に、他車両に対する横方向のリスクポテンシャルに応じて操舵反力制御を開始する。なお、隣接車線他車両が車線変更により自車両の斜め前方に移動してきた場合は、縦方向のリスクポテンシャルが変化するので、操舵反力制御の開始を遅らせる。

#### 【 0 0 4 6 】

G : 横方向の情報伝達→縦＋横の情報伝達

図 9 ( a ) ( b ) に、モード遷移 G の具体的な障害物状況を示し、図 9 ( c ) に、縦方向および横方向の反力制御のタイムチャートを示す。モード遷移 G は、自車両周囲の検出エリア a 内に横方向の対象障害物が存在する状態で、さらに縦＋横方向の対象障害物が検出された場合である。例えば、図 9 ( a ) に示すように、自車両横に壁面が存在する状態で、自車両斜め前方の駐停車車両を検出した場合、あるいは、図 9 ( b ) に示すように、レーンマーカが存在する状態でコーナーに進入し、コーナーに沿って曲がるレーンマーカを検出した場合である。

#### 【 0 0 4 7 】

コントローラ 5 0 は、縦＋横方向の対象障害物が検出されると、各障害物に対

するリスクポテンシャルを算出する。なお、壁面あるいはレーンマーカに対する横方向リスクポテンシャル  $RP2$  は既に算出されており、横方向リスクポテンシャル  $RP2$  に応じて操舵反力制御が行われている。駐停車車両あるいはコーナーに沿ったレーンマーカに対する縦+横方向のリスクポテンシャル  $RP3$  は（式2）を用いて算出し、さらに（式4）（式5）に表すように縦方向成分と横方向成分とに分割する。したがって、壁面あるいはレーンマーカに対するリスクポテンシャルと、縦+横方向の対象障害物に対するリスクポテンシャルの横方向成分との合計が、縦+横方向の対象障害物が検出された後の横方向リスクポテンシャル  $RP2$  となる。なお、縦方向リスクポテンシャル  $RP1$  は、縦+横方向の対象障害物に対するリスクポテンシャルの縦方向成分である。

#### 【0048】

コントローラ50は、図4，図5を用い、算出した縦方向および横方向リスクポテンシャル  $RP1$ ， $RP2$  に応じて、アクセルペダル反力制御指令値  $FA$  および操舵反力制御指令値  $FS$  を算出する。そして、算出したアクセルペダル反力制御指令値  $FA$  および操舵反力制御指令値  $FS$  を、アクセルペダル反力制御装置80および操舵反力制御装置60に出力する。このとき、図9（c）に示すように、縦+横方向の対象障害物が検出されると同時に、縦方向の反力制御指令をアクセルペダル反力制御装置80に出力する一方、対象障害物の検出から所定時間  $\Delta T$  後に横方向の反力制御指令を操舵反力制御装置60に出力する。なお、図9（c）に示すように、縦+横方向の対象障害物が検出される以前から横方向の対象障害物（壁面あるいはレーンマーカ）に応じた操舵反力制御が行われているので、これに縦+横方向の対象障害物に応じた横方向反力制御量を上乗せすることにより、対象検出から所定時間  $\Delta$  後に操舵反力制御を開始（更新）する。

#### 【0049】

このように、モード遷移Gにおいては、アクセルペダル反力制御を先行して開始し、アクセルペダル82を戻して車速を低下させてから、操舵反力制御を開始する。これにより、操舵反力制御に対する運転者の操舵操作の応答が適正化され、車両挙動が安定する。

#### 【0050】

なお、モード遷移 G において、横方向の対象障害物が検出されている状態から縦+横方向の対象障害物が検出される状態に遷移した場合にも、遷移後に横方向の対象障害物の状態に変化がない場合は、横方向の反力制御の開始を遅らせない、すなわち横方向反力制御を更新しない。この場合の具体的な障害物状況と反力制御のタイムチャートの一例を、図 1 0 ( a ) ( b ) に示す。

#### 【 0 0 5 1 】

図 1 0 ( a ) に示すように、検出エリア内に壁面が存在する状態で、自車線前方の先行車両を検出した場合、反力制御の対象は横方向から縦+横方向の障害物に遷移する。ただし、壁面の状態に変化はなく、横方向のリスクポテンシャルは変化しないので、図 1 0 ( b ) に示すように、操舵反力制御を一定に保ったまま、先行車が検出されると同時に先行車に対する縦方向のリスクポテンシャルに応じてアクセルペダル反力制御を開始する。

#### 【 0 0 5 2 】

H : 縦+横方向の情報伝達→なし

図 1 1 ( a ) ( b ) に、モード遷移 H の具体的な障害物状況を示し、図 1 1 ( c ) に、縦方向および横方向の反力制御のタイムチャートを示す。モード遷移 H は、自車両周囲の検出エリア内に縦+横方向の対象障害物が存在する状態から、対象障害物が検出されなくなった場合である。例えば、図 1 1 ( a ) に示すように、自車両斜め前方に存在していた駐停車車両から離れる場合、あるいは、図 1 1 ( b ) に示すように、コーナーに設置されたガードレールから離れていく場合である。

#### 【 0 0 5 3 】

縦+横方向の対象障害物に対するリスクポテンシャル  $RP3$  は上述したように(式 2)を用いて算出され、その縦方向成分および横方向成分に応じてアクセルペダル反力制御および操舵反力制御がそれぞれ行われている。対象障害物が検出されなくなると、アクセルペダル反力制御装置 8 0 および操舵反力制御装置 6 0 への制御指令値の出力を停止する。このとき、図 1 1 ( c ) に示すように、対象障害物が検出されなくなると同時に操舵反力制御を終了するとともに、所定時間  $\Delta T$  後にアクセルペダル反力制御を終了する。

## 【 0 0 5 4 】

このように、モード遷移 H においては、操舵反力制御を先行して終了し、操舵操作の自由度があることを示してから、アクセルペダル反力制御を終了してアクセルペダル操作を自由化する。これにより、操舵操作が自由になるまでアクセルペダル操作は制御されており、車両挙動が安定する。

## 【 0 0 5 5 】

I : 縦 + 横方向の情報伝達 → 縦方向の情報伝達

図 1 2 ( a ) ( b ) に、モード遷移 I の具体的な障害物状況を示し、図 1 2 ( c ) に、縦方向および横方向の反力制御のタイムチャートを示す。モード遷移 I は、自車両周囲の検出エリア内に縦 + 横方向の対象障害物が存在する状態から、横方向の対象障害物が検出されなくなり、縦方向の対象障害物のみになった場合である。例えば、図 1 2 ( a ) に示すように、自車線前方の先行車と自車両斜め前方の駐停車車両が存在していた状態から駐停車車両が検出されなくなった場合、あるいは、図 1 2 ( b ) に示すように、先行車両とコーナーに設置されたガードレールが存在していた状態からガードレールが検出されなくなった場合である。

## 【 0 0 5 6 】

縦 + 横方向の対象障害物に対するアクセルペダル反力制御および操舵反力制御は、( 式 1 ) を用いて算出される先行車に対するリスクポテンシャル、( 式 2 ) ( 式 4 ) ( 式 5 ) を用いて算出される駐停車車両あるいはガードレールに対するリスクポテンシャルの縦方向成分および横方向成分に応じて、既に行われている。

## 【 0 0 5 7 】

駐停車車両あるいはガードレールが検出されなくなると、操舵反力制御の対象障害物が検出されなくなるため、操舵反力制御装置 6 0 への制御指令値の出力を停止する。さらに、アクセルペダル反力制御の対象障害物が先行車両のみになるため、先行車両に対するリスクポテンシャルのみに応じたアクセルペダル反力制御指令値  $F_A$  を、アクセルペダル反力制御装置 8 0 へ出力する。このとき、図 1 2 ( c ) に示すように、縦 + 横方向の対象障害物が検出されなくなると同時に操

舵反力制御を終了するとともに、所定時間 $\Delta T$ 後に、アクセルペダル反力制御を縦方向の対象障害物にのみ応じた制御内容に更新する。

#### 【0058】

このように、モード遷移 I においては、操舵反力制御を先行して終了し、操舵操作の自由度があることを示してから、アクセルペダル反力制御を更新する。これにより、操舵操作が自由になるまでアクセルペダル操作は制御されており、車両挙動が安定する。

#### 【0059】

なお、モード遷移 I において、縦+横方向の対象障害物が検出されている状態から縦方向の対象障害物が検出される状態に遷移した場合にも、遷移後に縦方向の対象障害物の状態に変化がない場合は、縦方向の反力制御の更新を遅らせない、すなわち縦方向反力制御を更新しない。この場合の具体的な障害物状況と反力制御のタイムチャートの一例を、図 1 3 (a) (b) に示す。

#### 【0060】

図 1 3 (a) に示すように、検出エリア内に壁面および先行車が存在する状態から、壁面が検出されなくなった場合、反力制御の対象は縦+横方向から縦方向の障害物に遷移する。ただし、先行車の状態に変化はなく、縦方向のリスクポテンシャルは変化しないので、図 1 3 (b) に示すように、アクセルペダル反力制御を一定に保ったまま、壁面が検出されなくなると同時に操舵反力制御を終了する。

#### 【0061】

J : 縦+横方向の情報伝達→横方向の情報伝達

図 1 4 (a) (b) に、モード遷移 J の具体的な障害物状況を示し、図 1 4 (c) に、縦方向および横方向の反力制御のタイムチャートを示す。モード遷移 J は、自車両周囲の検出エリア内に縦+横方向の対象障害物が存在する状態から、縦方向の対象障害物が検出されなくなり、横方向の対象障害物のみになった場合である。例えば、図 1 4 (a) に示すように、自車両横の壁面と自車両斜め前方を走行する他車両が存在していた状態から他車両が検出されなくなった場合、あるいは、図 1 4 (b) に示すように、隣接車線を走行する自車両横の他車両とコ

カーに設置されたガードレールが存在していた状態からガードレールが検出されなくなった場合である。

#### 【0062】

縦＋横方向の対象障害物に対するアクセルペダル反力制御および操舵反力制御は、隣接車線上の他車両あるいは壁面までの相対距離に基づく横方向のリスクポテンシャル、および（式2）（式4）（式5）を用いて算出される他車両あるいはガードレールに対するリスクポテンシャルの縦方向成分および横方向成分に応じて、既に行われている。

#### 【0063】

自車両斜め前方の他車両あるいはガードレールが検出されなくなると、操舵反力制御の対象障害物が壁面あるいは隣接車線上の他車両のみになるため、これらの横方向対象障害物に対するリスクポテンシャルのみに応じた操舵反力制御指令値FSを、操舵反力制御装置60へ出力する。さらに、縦方向の対象障害物が検出されなくなるため、アクセルペダル反力制御装置80への制御指令値の出力を停止する。このとき、図14（c）に示すように、縦＋横方向の対象障害物が検出されなくなると同時に操舵反力制御を更新するとともに、所定時間ΔT後に、アクセルペダル反力制御を終了する。

#### 【0064】

このように、モード遷移Jにおいては、操舵反力制御を先行して更新し、操舵操作の自由度があることを示してから、アクセルペダル反力制御を終了する。これにより、操舵操作が自由になるまでアクセルペダル操作は制御されており、車両挙動が安定する。

#### 【0065】

K：縦方向の情報伝達→横方向の情報伝達

図15（a）に、モード遷移Kの具体的な障害物状況を示し、図15（b）に、縦方向および横方向の反力制御のタイムチャートを示す。モード遷移Kは、自車両周囲の検出エリア内に縦方向の対象障害物が存在する状態から、縦方向の対象障害物が検出されなくなると同時に、横方向の対象障害物が検出された場合である。例えば、図15（a）に示すように、自車線前方に先行車両が存在してい

た状態から、自車両が車線変更等を行うことにより先行車両が検出されなくなるとともに、車線変更後の隣接車線に自車両横を走行する他車両が存在する場合である。

#### 【0066】

先行車に対するアクセルペダル反力制御は、(式1)を用いて算出される縦方向リスクポテンシャル $RP1$ に応じて既に行われている。車線変更等により先行車が検出されなくなると、アクセルペダル反力制御装置80への反力制御指令の出力を停止する。さらに、車線変更後の自車両横の他車両に対する横方向リスクポテンシャル $RP2$ を算出し、これに応じた操舵反力制御指令値 $FS$ を操舵反力制御装置60へ出力する。このとき、図15(b)に示すように、縦方向の対象障害物が検出されなくなり、横方向の対象障害物が検出されると同時に、操舵反力制御を開始し、さらに所定時間 $\Delta T$ 後に、アクセルペダル反力制御を終了する。

#### 【0067】

このように、モード遷移 $K$ においては操舵反力制御をアクセルペダル反力制御の終了に先行して開始する。これにより、新たに発生した横方向リスクポテンシャルを先行して運転者に知らせる。

#### 【0068】

L：横方向の情報伝達→縦方向の情報伝達

図16(a)に、モード遷移 $L$ の具体的な障害物状況を示し、図16(b)に、縦方向および横方向の反力制御のタイムチャートを示す。モード遷移 $L$ は、自車両周囲の検出エリア内に横方向の対象障害物が存在する状態から、横方向の対象障害物が検出されなくなると同時に、縦方向の対象障害物が検出された場合である。例えば、図16(a)に示すように、隣接車線を走行する自車両横の他車両が存在していた状態から、自車両が車線変更等を行うことにより他車両が検出されなくなるとともに、車線変更後の自車線前方に先行車両が存在する場合である。

#### 【0069】

自車両横の他車両に対する操舵反力制御は、他車両に対する横方向リスクポテ



ンシャル R P 2 に応じて既に行われている。車線変更等により他車両が検出されなくなると、操舵反力制御装置 6 0 への制御指令値の出力を停止する。さらに、(式 1) を用いて車線変更後の自車線前方の先行車両に対する縦方向リスクポテンシャル R P 1 を算出し、これに応じたアクセルペダル反力制御指令値 F A をアクセルペダル反力制御装置 8 0 へ出力する。このとき、図 1 6 ( b ) に示すように、横方向の対象障害物が検出されなくなり、縦方向の対象障害物が検出されると同時に、アクセルペダル反力制御を開始し、さらに所定時間  $\Delta T$  後に、操舵反力制御を終了する。

## 【 0 0 7 0 】

このように、モード遷移 L においてはアクセルペダル反力制御を操舵反力制御の終了に先行して開始する。これにより、新たに発生した縦方向リスクポテンシャルを先行して運転者に知らせる。

## 【 0 0 7 1 】

つぎに、以上説明したモード遷移毎のアクセルペダル反力制御および操舵反力制御の処理手順について、図 1 7 を用いて説明する。図 1 7 は、コントローラ 5 0 で行われる運転操作補助制御処理の処理手順を示すフローチャートである。これらの処理は、一定間隔、例えば 5 0 msec 毎に連続的に行われる。

## 【 0 0 7 2 】

ステップ S 1 0 1 で、レーザレーダ 1 0、前方カメラ 2 0、後側方カメラ 2 1 および車速センサ 3 0 によって検出される自車速 V f および障害物状況といった走行環境を読み込む。ここで、障害物状況は、自車両周囲に存在する障害物までの相対距離 D、相対速度 V r および相対角度  $\theta r$  等である。なお、前回処理以前に検出された障害物状況は、コントローラ 5 0 内のメモリに記憶されているとする。ステップ S 1 0 2 で、現在の作動モード、すなわち現在どのような反力制御が行われているかを判定する。ステップ S 1 0 3 で、ステップ S 1 0 1 で検出した障害物状況に基づいて、自車両周囲に存在する各障害物に対するリスクポテンシャル R P を算出し、縦方向リスクポテンシャル R P 1 および横方向リスクポテンシャル R P 2 を算出する。

## 【 0 0 7 3 】

ステップ S 1 0 4 では、ステップ S 1 0 2 で判定した現在の反力制御モードから、反力制御モードを変更するか否かを判定する。上述したモード遷移 A ~ L のように障害物状況が変化する場合、反力制御モードを変更すると判定し、ステップ S 1 0 5 へ進む。

【 0 0 7 4 】

ステップ S 1 0 5 では、ステップ S 1 0 3 で算出した縦方向リスクポテンシャル R P 1 および横方向リスクポテンシャル R P 2 と、不図示のメモリに記憶されている前回の縦方向／横方向リスクポテンシャルとを比較し、両方の値が前回値と異なっているか否かを判定する。ステップ S 1 0 5 が肯定判定されると（R P 1 ≠ 前回値、かつ R P 2 ≠ 前回値）、ステップ S 1 0 6 へ進む。なお、上述したモード遷移 A ~ D のように単一方向のみに関して障害物状況が変化する場合、および図 8、図 1 0、図 1 3 に示したような障害物状況の遷移の場合は、縦方向および横方向のリスクポテンシャルのうち、一方しか変化しないので、ステップ S 1 0 5 が否定判定される。

【 0 0 7 5 】

ステップ S 1 0 6 では、障害物状況の遷移から、図 3 に基づいて反力制御の実施形態を決定する。具体的には、アクセルペダル反力制御および操舵反力制御のうちいずれの制御を行い、その反力制御の開始タイミングを遅らせる（Delay させる）か否かといった反力制御の内容を決定する。

【 0 0 7 6 】

つづくステップ S 1 0 7 で、アクセルペダル反力制御および操舵反力制御のうち、いずれかを Delay するか否かを判定する。アクセルペダル反力制御を Delay する場合は、ステップ S 1 0 8 へ進み、縦方向タイマ（不図示）を所定時間  $\Delta T$  にセットする。一方、操舵反力制御を Delay する場合は、ステップ S 1 0 9 へ進み、横方向タイマ（不図示）を所定時間  $\Delta T$  にセットする。

【 0 0 7 7 】

ステップ S 1 1 0 では、縦方向タイマおよび横方向タイマの作動状態から、アクセルペダル反力制御あるいは操舵反力制御が Delay 中であるか否かを判定する。縦方向タイマが作動中でアクセルペダル反力制御が Delay 中の場合は、ステッ

、 プ S 1 1 1 へ進み、縦方向リスクポテンシャル R P 1 を前回処理において算出した値に設定する。なお、アクセルペダル反力制御の Delay を今回の処理で決定した場合は、ステップ S 1 0 3 で算出した縦方向リスクポテンシャル R P 1 をそのまま採用する。つづくステップ S 1 1 2 で、縦方向タイマをカウントダウンし、ステップ S 1 1 5 へ進む。

## 【 0 0 7 8 】

一方、ステップ S 1 1 0 において横方向タイマが作動中で操舵反力制御が Delay 中の場合は、ステップ S 1 1 3 へ進み、横方向リスクポテンシャル R P 2 を前回処理において算出した値に設定する。なお、操舵反力制御の Delay を今回の処理で決定した場合は、ステップ S 1 0 3 で算出した横方向リスクポテンシャル R P 2 をそのまま採用する。つづくステップ S 1 1 4 で、横方向タイマをカウントダウンし、ステップ S 1 1 5 へ進む。

## 【 0 0 7 9 】

ステップ S 1 1 0 で、アクセルペダル反力制御および操舵反力制御のいずれも Delay 中ではないと判定されると、ステップ S 1 1 5 へ進む。

## 【 0 0 8 0 】

ステップ S 1 1 5 では、ステップ S 1 0 3、ステップ S 1 1 1 あるいはステップ S 1 1 3 で算出した縦方向リスクポテンシャル R P 1 および横方向リスクポテンシャル R P 2 に応じ、図 4 および図 5 に従ってアクセルペダル反力制御指令値 F A および操舵反力制御指令値 F S を算出する。ステップ S 1 1 6 では、ステップ S 1 1 5 で算出したアクセルペダル反力制御指令値 F A および操舵反力制御指令値 F S を、アクセルペダル反力制御装置 8 0 および操舵反力制御装置 6 0 にそれぞれ出力する。これにより、今回の一連の処理を終了する。

## 【 0 0 8 1 】

このように、以上説明した第 1 の実施の形態においては、以下のような効果を奏することができる。

( 1 ) 自車両周囲の障害物状況の遷移に伴って、縦方向リスクポテンシャル R P 1 を運転者に伝達するアクセルペダル反力制御装置（縦伝達手段） 8 0、および横方向リスクポテンシャル R P 2 を運転者に伝達する操舵反力制御装置（横伝達

手段) 60の作動／非作動が切り替わる際に、アクセルペダル／操舵反力制御装置の出力タイミングを可変とした。これにより、縦方向および横方向のリスクポテンシャルを別々に正確に運転者に知らせることができるとともに、縦方向あるいは横方向の運転操作を適切に促し、自車両の挙動を安定させることができる。

(2) 例えばモード遷移Eのように、アクセルペダル反力制御装置80および操舵反力制御装置60の作動がともに停止している状態から、両者がともに作動開始する場合は、アクセルペダル反力制御装置80の作動開始タイミングを所定時間 $\Delta T$ だけ先行させる。これにより、ペダル反力制御によりアクセルペダル82が戻されて自車速が低下するので、操舵反力制御に対する運転者の操舵操作の応答が適正化され、車両挙動が安定する。

(3) 例えばモード遷移Hのように、アクセルペダル反力制御装置80および操舵反力制御装置60がともに作動している状態から、両者がともに作動停止する場合は、操舵反力制御装置60の作動停止タイミングを所定時間 $\Delta T$ だけ先行させる。これにより、操舵操作が自由になるまでアクセルペダル操作は制御されており、車両挙動が安定する。

(4) 例えばモード遷移F、Gのように、アクセルペダル反力制御装置80あるいは操舵反力制御装置60が作動している状態から、両者がともに作動開始する場合は、アクセルペダル反力制御装置80の作動開始あるいは更新タイミングを所定時間 $\Delta T$ だけ先行させる。これにより、ペダル反力制御によりアクセルペダル82が戻されて自車速が低下するので、操舵反力制御に対する運転者の操舵操作の応答が適正化され、車両挙動が安定する。

(5) 例えばモード遷移I、Jのように、アクセルペダル反力制御装置80および操舵反力制御装置60がともに作動している状態から、一方が作動停止する場合は、操舵反力制御装置60の作動停止あるいは更新タイミングを所定時間 $\Delta T$ だけ先行させる。これにより、操舵操作が自由になるまでアクセルペダル操作は制御されており、車両挙動が安定する。

(6) 例えばモード遷移K、Lのように、アクセルペダル反力制御装置80および操舵反力制御装置60のうち一方が作動している状態から、他方の作動へと切り替わる場合は、作動開始タイミングを作動停止タイミングよりも所定時間 $\Delta T$

だけ先行させる。これにより、新たに発生したリスクポテンシャルを運転者に迅速に知らせることができる。

(7) 例えばモード遷移 A、B のように、アクセルペダル反力制御装置 80 および操舵反力制御装置 60 がともに作動停止している状態から、一方が作動開始する場合は、作動開始タイミングを遅らせない。これにより、縦あるいは横の単一方向のリスクポテンシャルの変化を迅速に運転者に知らせることができる。

(8) 例えばモード遷移 C、D のように、アクセルペダル反力制御装置 80 あるいは操舵反力制御装置 60 が作動している状態から、その作動が停止する場合は、作動停止タイミングを遅らせない。これにより、縦あるいは横の単一方向のリスクポテンシャルの変化を迅速に運転者に知らせることができる。

【0082】

#### 《第2の実施の形態》

つぎに、本発明の第2の実施の形態による車両用運転操作補助装置について、図面を用いて説明する。第2の実施の形態による車両用運転操作補助装置の構成は、図1および図2に示した第1の実施の形態と同様である。ここでは、第1の実施の形態との相違点を主に説明する。

【0083】

図18に、自車両周囲の障害物の状態の遷移、すなわち情報伝達モードの遷移と、縦方向反力制御および横方向反力制御の発生タイミングとの関係を示す。なお、図18は、上述したモード遷移 E および H に関する反力制御開始タイミングとその遅れ時間を示している。第2の実施の形態においては、モード遷移の状況によって、タイミング遅れ時間を可変とする。

【0084】

上述したように、モード遷移 E (情報伝達なし→縦+横方向の情報伝達) の場合、アクセルペダル反力制御に比べて操舵反力制御の開始タイミングを所定時間  $\Delta T$  だけ遅らせる。一方、モード遷移 H (縦+横方向の情報伝達→情報伝達なし) の場合、操舵反力制御に比べてアクセルペダル反力制御の終了タイミングを所定時間  $w1 \Delta T$  だけ遅らせる。ここで、所定時間  $\Delta T$  と所定時間  $w1 \Delta T$  は、 $\Delta T > w1 \Delta T$  となるようにそれぞれ設定する ( $w1 < 1$ )。すなわち、反力制御

を終了する場合は、反力制御を開始する場合に比べて遅れ時間を短く設定し、アクセルペダル操作を迅速に自由にする。

#### 【0085】

なお、図18に示すように、モード遷移EおよびH以外のその他のモード遷移については、遅れ時間を0に設定し、障害物状況の変化と同時にアクセルペダル反力制御および操舵反力制御に関する指令を出力する。

#### 【0086】

つぎに、図19のフローチャートを用いて、第2の実施の形態による運転操作補助制御処理の処理手順について説明する。図19は、コントローラ50で行われる運転操作補助制御処理の処理手順を示すフローチャートであり、これらの処理は、一定間隔、例えば50msec毎に連続的に行われる。

#### 【0087】

ステップS201～S205での処理は、上述した図17のステップS101～S105での処理と同様である。ステップS206では、障害物状況の遷移から、図18に基づいて反力制御の実施形態を決定する。具体的には、障害物状況の遷移がモード遷移Eに当てはまる場合は、アクセルペダル反力制御に対して操舵反力制御を遅れ時間 $\Delta T$ だけ遅らせて開始する。また、障害物状況の遷移がモード遷移Hに当てはまる場合は、操舵反力制御に対してアクセルペダル反力制御を遅れ時間 $w1 \Delta T$ だけ遅らせて終了させる。このとき、 $\Delta T > w1 \Delta T$ となるように反力制御の指令出力タイミングを設定する。

#### 【0088】

ステップS207で、反力制御のDelayを行うか否かを判定し、障害物状況がモード遷移EあるいはHに当てはまる場合は肯定判定され、その他の場合は否定判定される。モード遷移Hに該当し、アクセルペダル反力制御のDelayを行う場合は、ステップS208へ進んで縦方向タイマを所定時間 $w1 \Delta T$ にセットする。一方、モード遷移Eに該当し、操舵反力制御のDelayを行う場合は、ステップS209へ進んで横方向タイマを所定時間 $\Delta T$ にセットする。

#### 【0089】

これ以降のステップS210～S216での処理は、図17のステップS11

・ 0 ～ S 1 1 6 での処理と同様である。

【 0 0 9 0 】

以上、障害物状況の遷移がモード遷移 E あるいは H に該当する場合のみアクセルペダル反力制御と操舵反力制御のタイミングをずらし、それぞれの遅れ時間を可変とする例について説明した。ただし、これら以外のモード遷移においても同様に遅れ時間を可変とすることができる。

【 0 0 9 1 】

図 2 0 に、モード遷移 E ～ L における縦方向反力制御および横方向反力制御の発生タイミングとの関係を示す。図 2 0 に示すモード遷移 E ～ L の反力制御の発生タイミングは、図 3 に示したものと同様であるが、その遅れ時間をそれぞれ可変とすることができる。モード遷移毎の遅れ時間は、モード遷移 E における遅れ時間  $\Delta T$  を基準とし、適切に設定した係数  $w 1 \sim w 4$  を積算することによりそれぞれ設定する。なお、図 2 0 に示すように、モード遷移 E ～ L 以外のその他のモード遷移については遅れ時間を 0 に設定し、障害物状況の変化と同時にアクセルペダル反力制御あるいは操舵反力制御に関する指令を出力する。これらの係数  $w 1 \sim w 4$  は、モード遷移に応じて予め適切な値を設定したり、例えばリスクポテンシャルに応じて可変とすることもできる。

【 0 0 9 2 】

このように、以上説明した第 2 の実施の形態においては、つぎのような効果を奏することができる。

図 1 8 に示すように、例えばモード遷移 E の場合に操舵反力制御の開始タイミングを遅らせる遅れ時間  $\Delta T$  が、モード遷移 H の場合にアクセルペダル反力制御の停止タイミングを遅らせる遅れ時間  $w 1 \Delta T$  よりも大きくなるように設定する。これにより、アクセルペダル反力制御を終了し、速やかに運転者自身によるペダル操作を復帰させることができる。

【 0 0 9 3 】

なお、上記実施の形態においては、先行車に対するリスクポテンシャル  $R P 1$  は (式 1) を用いて算出し、駐停車車両に対するリスクポテンシャル  $R P 3$  は余裕時間  $T T C$  の逆数を用いた。また、自車両横方向のレーンマーカや隣接車線上

の他車両については自車両との横方向の車間距離を用いてリスクポテンシャルを算出した。ただし、各障害物に対するリスクポテンシャルはこれらの算出方法には限定されない。例えば、自車両周囲の各障害物に対する余裕時間 T T C を算出し、これらの縦方向成分および横方向成分を合計して総合的な縦方向リスクポテンシャル R P 1 および横方向リスクポテンシャル R P 2 を算出することもできる。

#### 【 0 0 9 4 】

また、コーナーに設置されたガードレールやコーナーに沿ったレーンマーカ等は、自車両に対する存在方向が一定ではないので、例えば次のようにしてリスクポテンシャルを算出することもできる。まず、検出された自車両周囲のガードレールあるいはレーンマーカを、自車両を基準として微小角度に分割し、微小角度分のガードレールあるいはレーンマーカの相対位置からそれぞれのリスクポテンシャルを算出する。さらに、微小角度分のリスクポテンシャルを存在方向範囲で積分してガードレールあるいはレーンマーカのリスクポテンシャルを算出する。

#### 【 0 0 9 5 】

上記実施の形態においては、アクセルペダル反力を制御することにより車両縦方向の反力制御を行ったが、ブレーキペダルの反力制御を加えて縦方向の反力制御を行うこともできる。この場合、いずれか一方の反力制御を行ったり、両者を組み合わせて縦方向の反力制御を行うことができる。

#### 【 0 0 9 6 】

上記実施の形態においては、障害物状況の遷移を A ~ L に分類してそれぞれに対応する反力制御開始／終了タイミングを設定したが、障害物状況の遷移はこれらには限定されない。また、各モード遷移における具体的な障害物状況は、図面を用いて上述したものには限定されない。また、各モード遷移における反力制御の開始／終了タイミングを、例えばリスクポテンシャル R P に応じて可変にすることもできる。

#### 【 0 0 9 7 】

本発明による車両用運転操作補助制御方法が適用される車は、図 2 に示す構成には限定されない。



【 0 0 9 8 】

以上説明した本発明による車両用運転操作補助装置の一実施の形態においては、走行環境検出手段として、レーザレーダ 1 0，前方カメラ 2 0，後側方カメラ 2 1 および車速センサ 3 0 を用いたが、自車両周囲の走行環境、とくに自車両周囲に存在する障害物を検出することができればこれには限定されず、例えばミリ波レーダを用いることもできる。また、リスクポテンシャル算出手段およびタイミング可変手段としてコントローラ 5 0 を用い、縦伝達手段としてアクセルペダル反力制御装置 8 0 および横伝達手段として操舵反力制御手段 6 0 を用いた。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 の実施の形態による車両用運転操作補助装置のシステム図。

【図 2】 図 1 に示す車両用運転操作補助装置を搭載した車両の構成図。

【図 3】 第 1 の実施の形態における情報伝達モードの遷移と反力制御タイミングとの関係を示す図。

【図 4】 縦方向リスクポテンシャルに対するアクセルペダル反力制御指令値の特性を示す図。

【図 5】 横方向リスクポテンシャルに対する操舵反力制御指令値の特性を示す図。

【図 6】 (a) (b) (c) モード遷移 E における障害物状況の遷移を示す図、(d) 縦方向／横方向反力制御のタイムチャート。

【図 7】 (a) (b) モード遷移 F における障害物状況の遷移を示す図、(c) 縦方向／横方向反力制御のタイムチャート。

【図 8】 (a) モード遷移 F における障害物状況の遷移を示す図、(b) 縦方向／横方向反力制御のタイムチャート。

【図 9】 (a) (b) モード遷移 G における障害物状況の遷移を示す図、(c) 縦方向／横方向反力制御のタイムチャート。

【図 1 0】 (a) モード遷移 G における障害物状況の遷移を示す図、(b) 縦方向／横方向反力制御のタイムチャート。

【図 1 1】 (a) (b) モード遷移 H における障害物状況の遷移を示す図、(c)

・ ) 縦方向／横方向反力制御のタイムチャート。

【図 1 2】 (a) (b) モード遷移 I における障害物状況の遷移を示す図、 (c) 縦方向／横方向反力制御のタイムチャート。

【図 1 3】 (a) モード遷移 I における障害物状況の遷移を示す図、 (b) 縦方向／横方向反力制御のタイムチャート。

【図 1 4】 (a) (b) モード遷移 J における障害物状況の遷移を示す図、 (c) 縦方向／横方向反力制御のタイムチャート。

【図 1 5】 (a) モード遷移 K における障害物状況の遷移を示す図、 (b) 縦方向／横方向反力制御のタイムチャート。

【図 1 6】 (a) モード遷移 L における障害物状況の遷移を示す図、 (b) 縦方向／横方向反力制御のタイムチャート。

【図 1 7】 第 1 の実施の形態の車両用運転操作補助装置における運転操作補助制御プログラムの処理手順を示すフローチャート。

【図 1 8】 第 2 の実施の形態における情報伝達モードの遷移と反力制御タイミングとの関係を示す図。

【図 1 9】 第 2 の実施の形態の車両用運転操作補助装置における運転操作補助制御プログラムの処理手順を示すフローチャート。

【図 2 0】 第 2 の実施の形態における情報伝達モードの遷移と反力制御タイミングとの関係を示す図。

【符号の説明】

1 0 : レーザレーダ

2 0 : 前方カメラ

2 1 : 後側方カメラ

3 0 : 車速センサ

5 0 : コントローラ

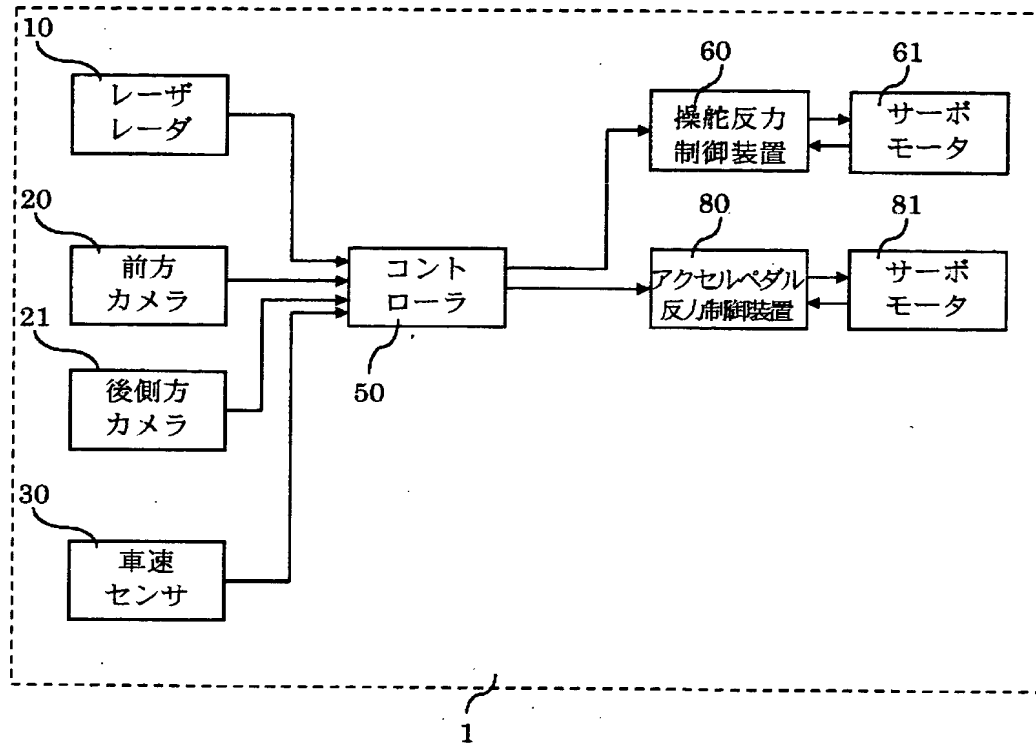
6 0 : 操舵反力制御装置

8 0 : アクセルペダル反力制御装置

【書類名】 図面

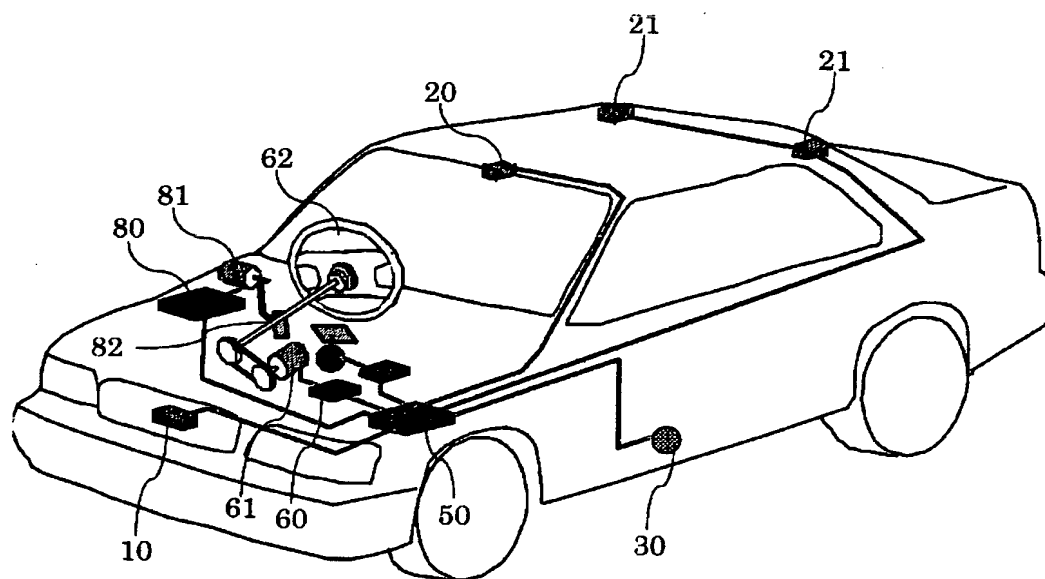
【図 1】

【図 1】



【図 2】

【図 2】

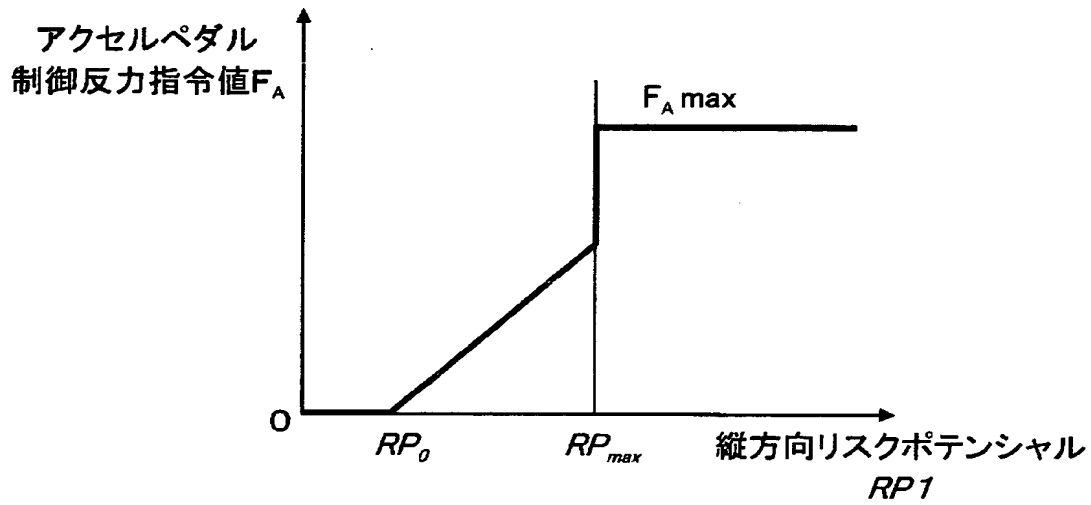


【図3】

状態遷移前後の 情報伝達モード			情報伝達開始タイミング 状態遷移に対し			考え方
遷移前	→	遷移後	縦		横	
			同時	遅れ	同時 遅れ	
A	なし	縦	○			単一の情報は迅速に知らせる
B	なし	横			○	単一の情報は迅速に知らせる
C	縦	なし	○			単一の情報は迅速に知らせる
D	横	なし			○	単一の情報は迅速に知らせる
E	なし	縦+横	○		○	先行してアクセル操作を促し車速を下げ操舵応答を適正化
F	縦	縦+横	○		○	先行してアクセル操作を促し車速を下げ操舵応答を適正化
G	横	縦+横	○		○	先行してアクセル操作を促し車速を下げ操舵応答を適正化
H	縦+横	なし		○	○	操舵の自由度があることを示してからアクセル操作を自由化
I	縦+横	縦		○	○	操舵の自由度があることを示してからアクセル操作を自由化
J	縦+横	横		○	○	操舵の自由度があることを示してからアクセル操作を自由化
K	縦	横		○	○	新たなリスクを先行して知らせる
L	横	縦	○		○	新たなリスクを先行して知らせる

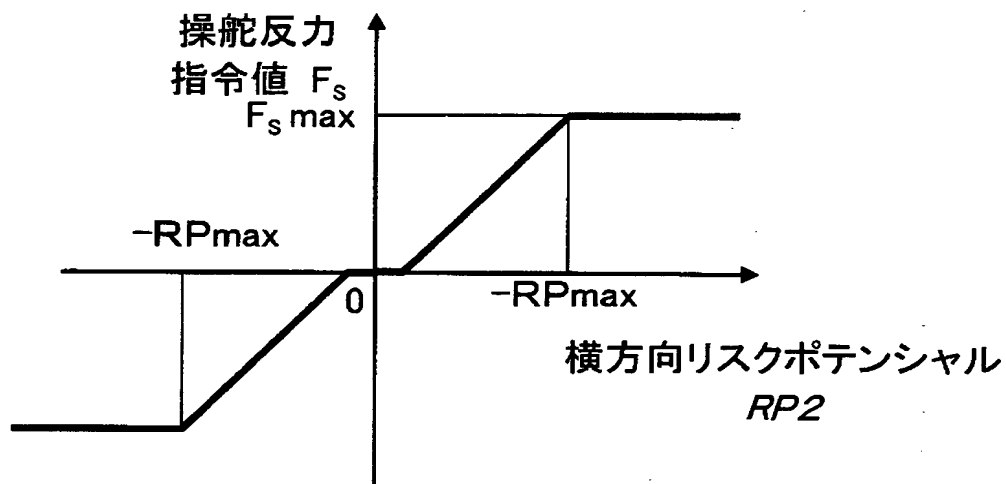
【図 4】

【図 4】

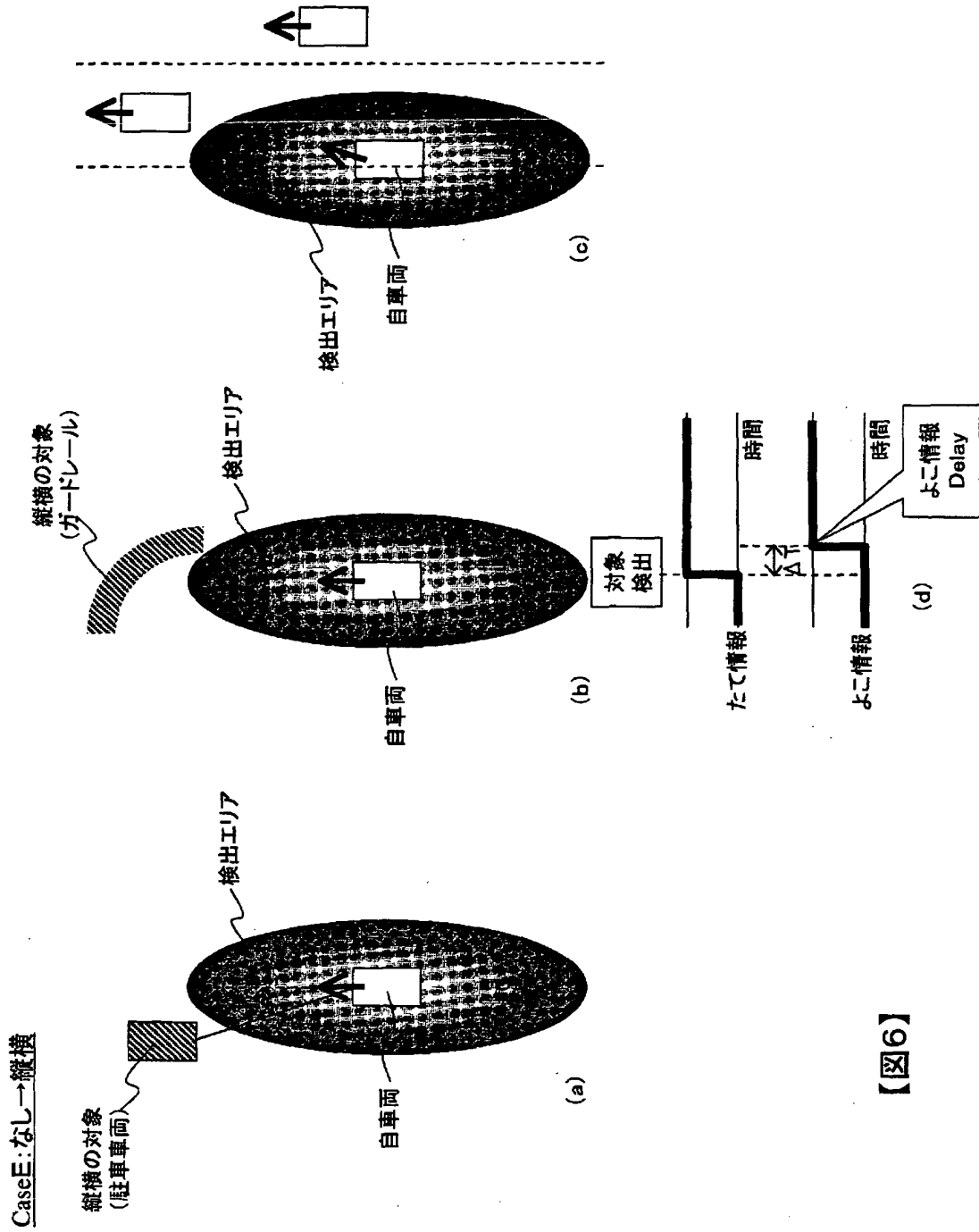


【図 5】

【図 5】



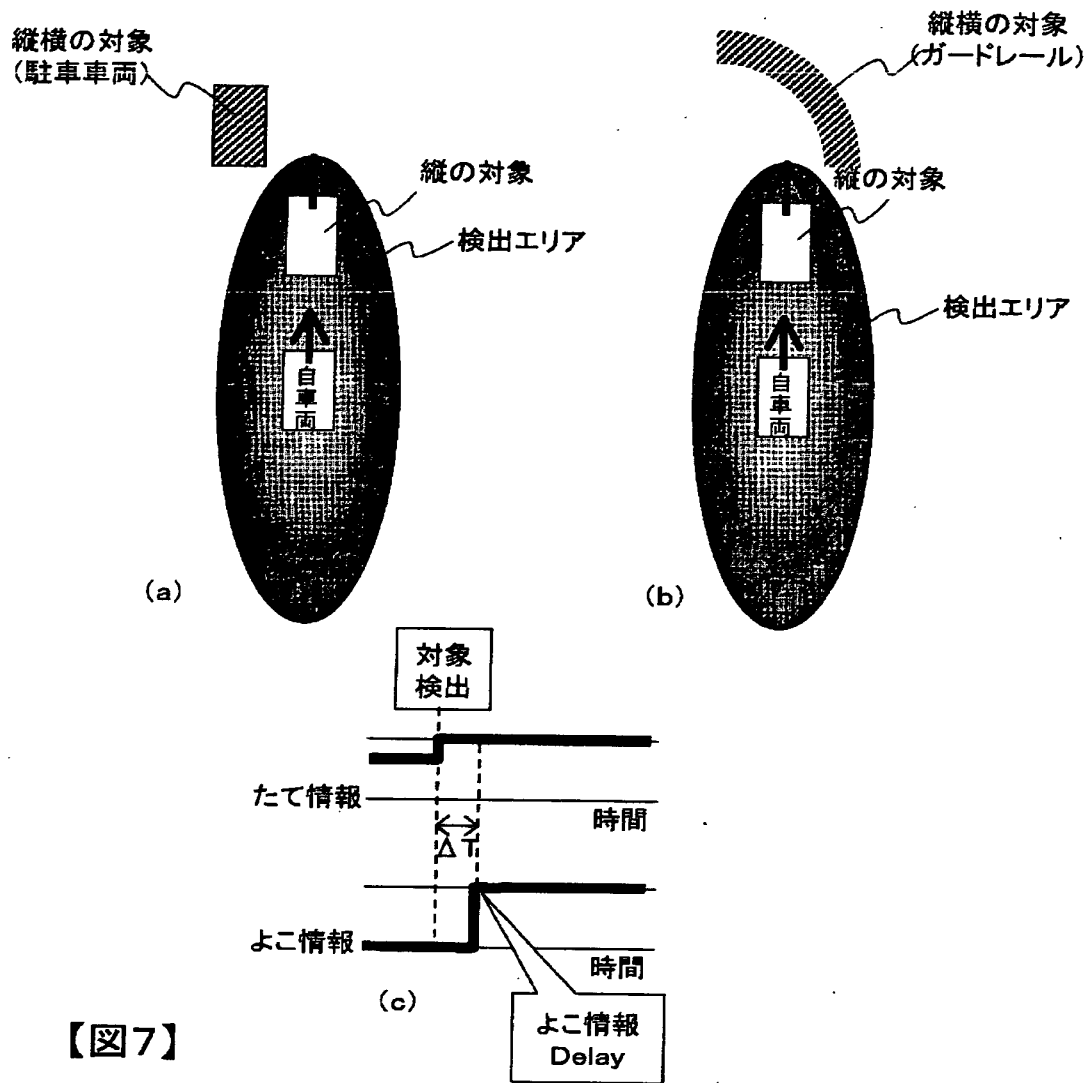
【図6】



【図6】

【図7】

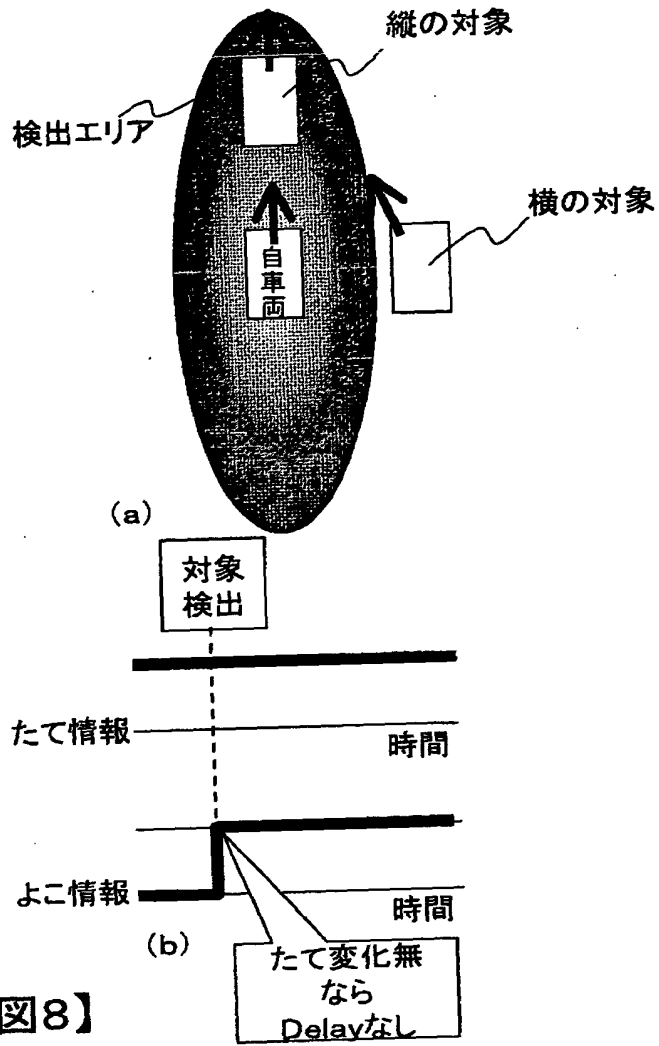
CaseF: 縦→縦横



【図7】



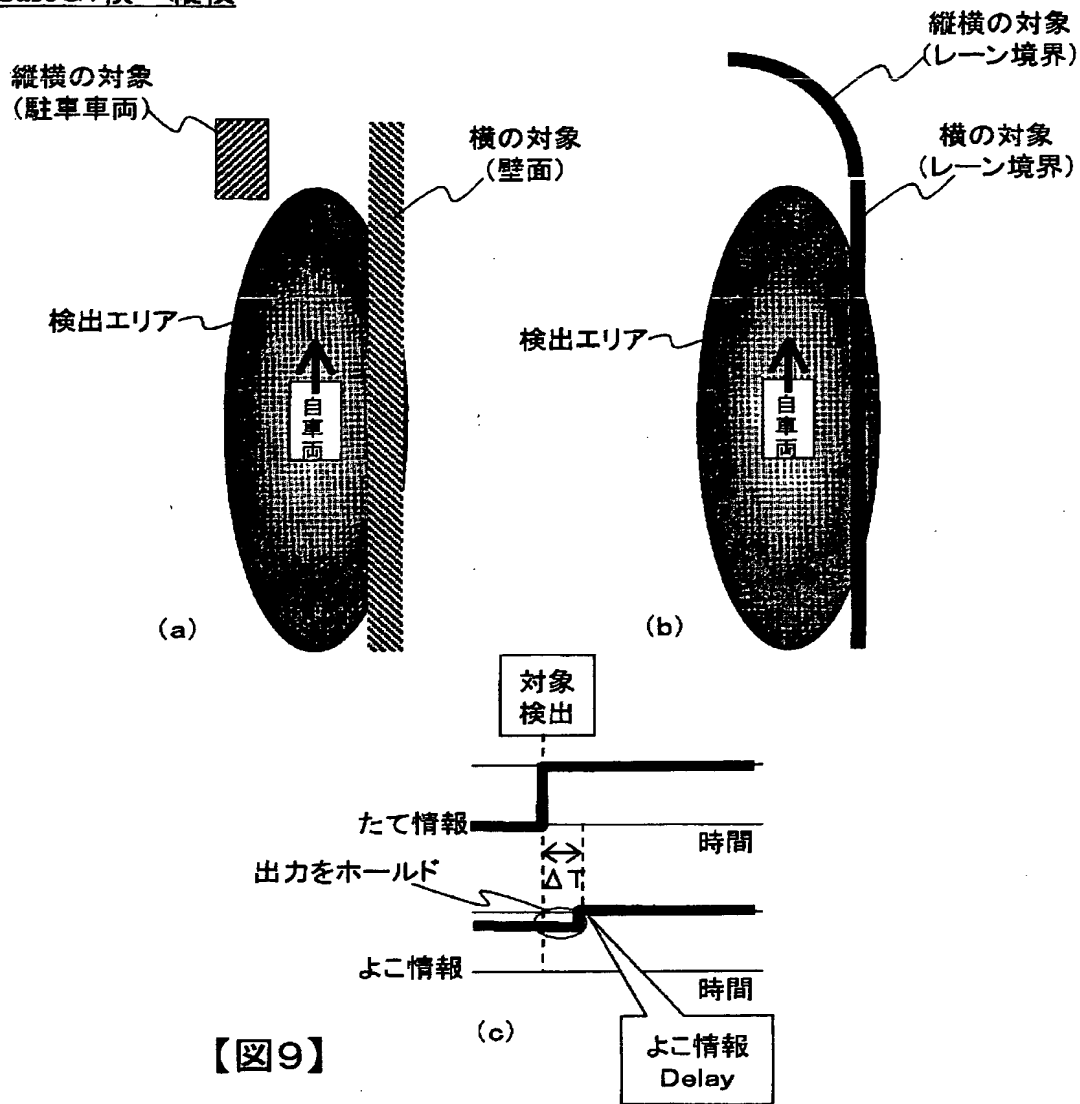
【図8】



【図8】

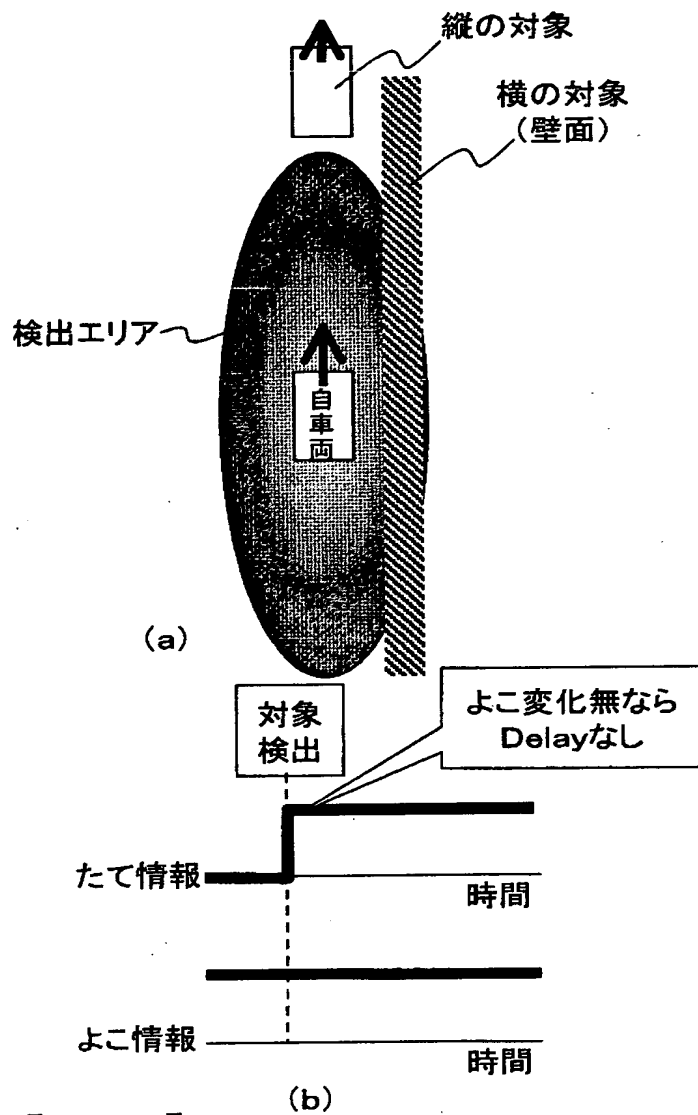
【図9】

CaseG: 横→縦横



【図9】

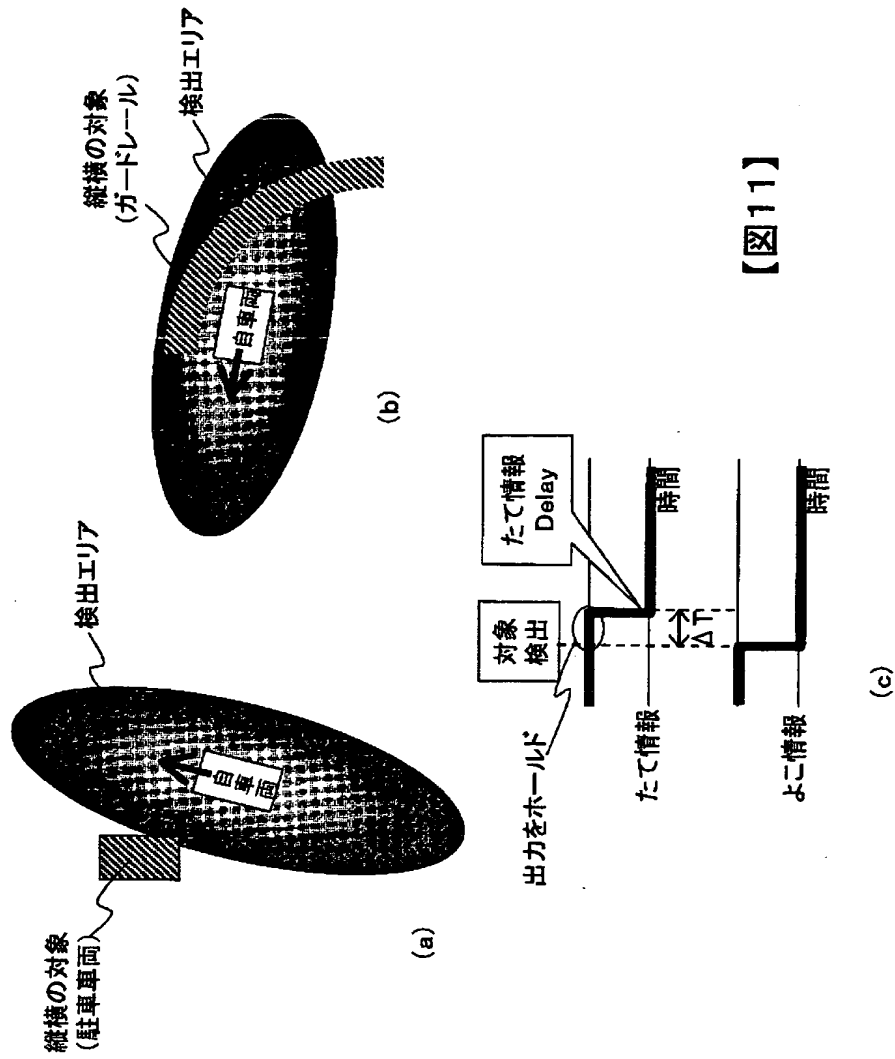
【図10】



【図10】

CaseH:縦横→なし

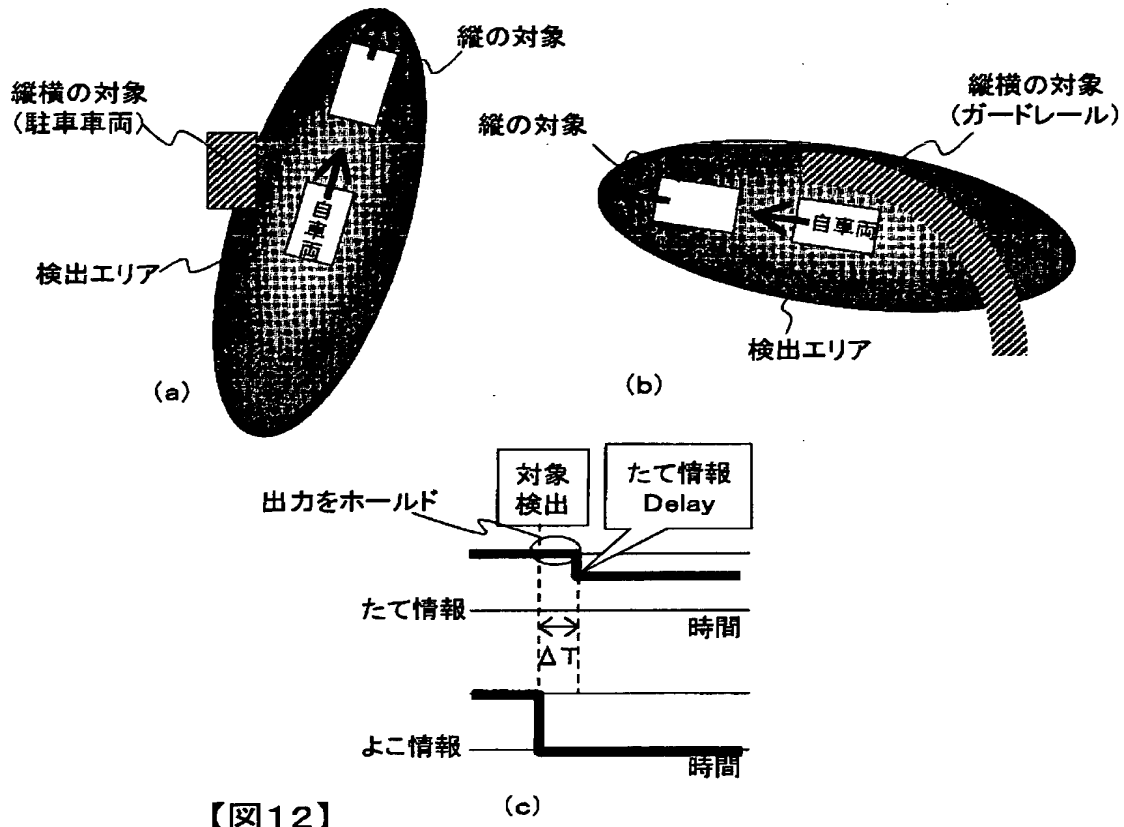
【図11】



【図11】

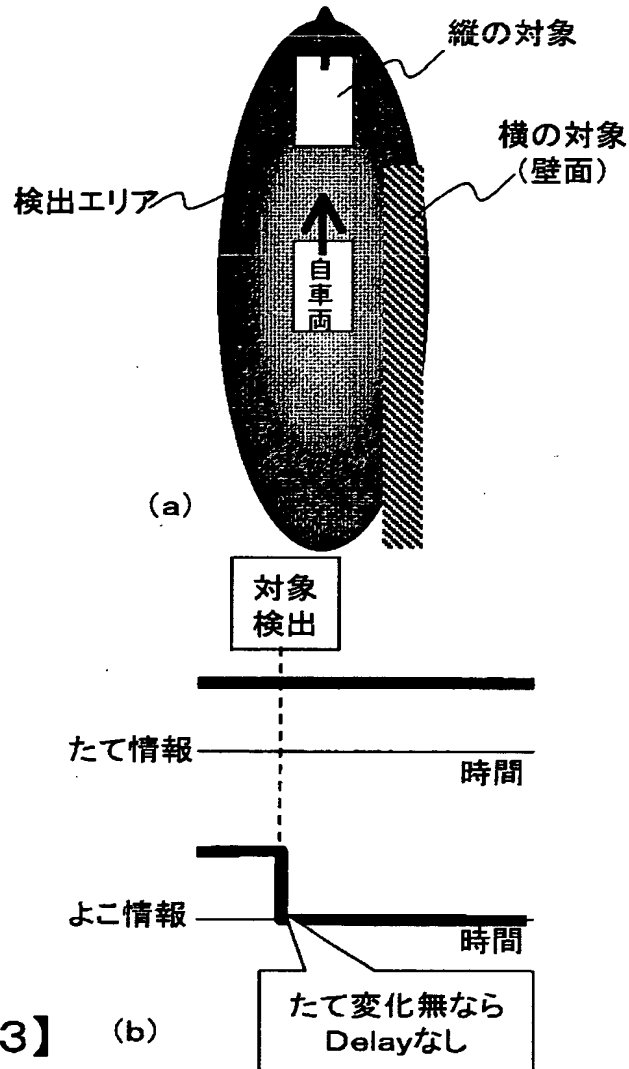
【図 12】

CaseI: 縦横→縦



【図12】

【図 1 3】

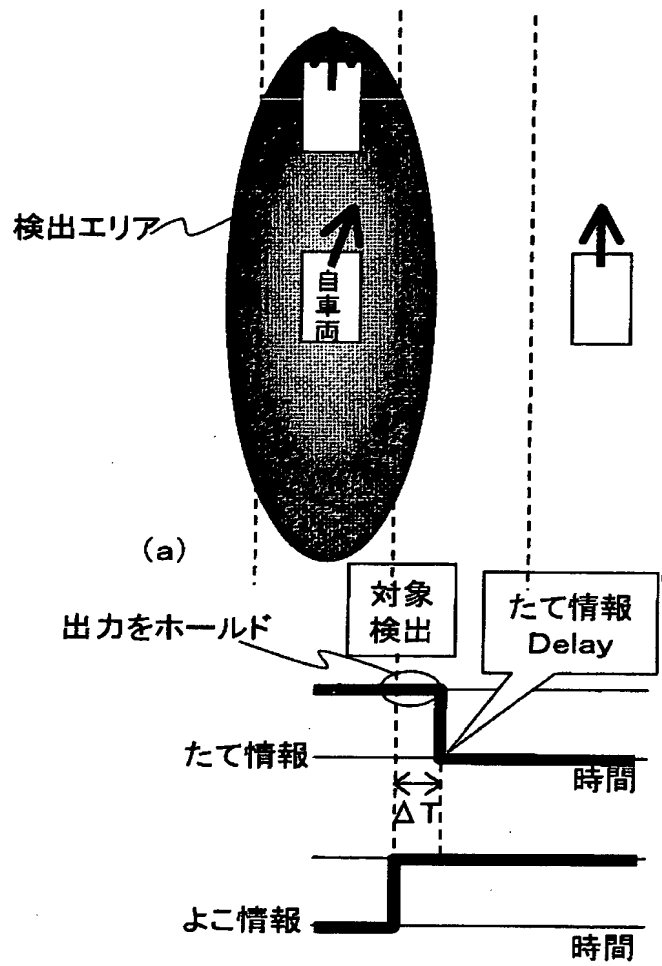


【図 1 3】 (b)



【図 15】

CaseK: 縦→横

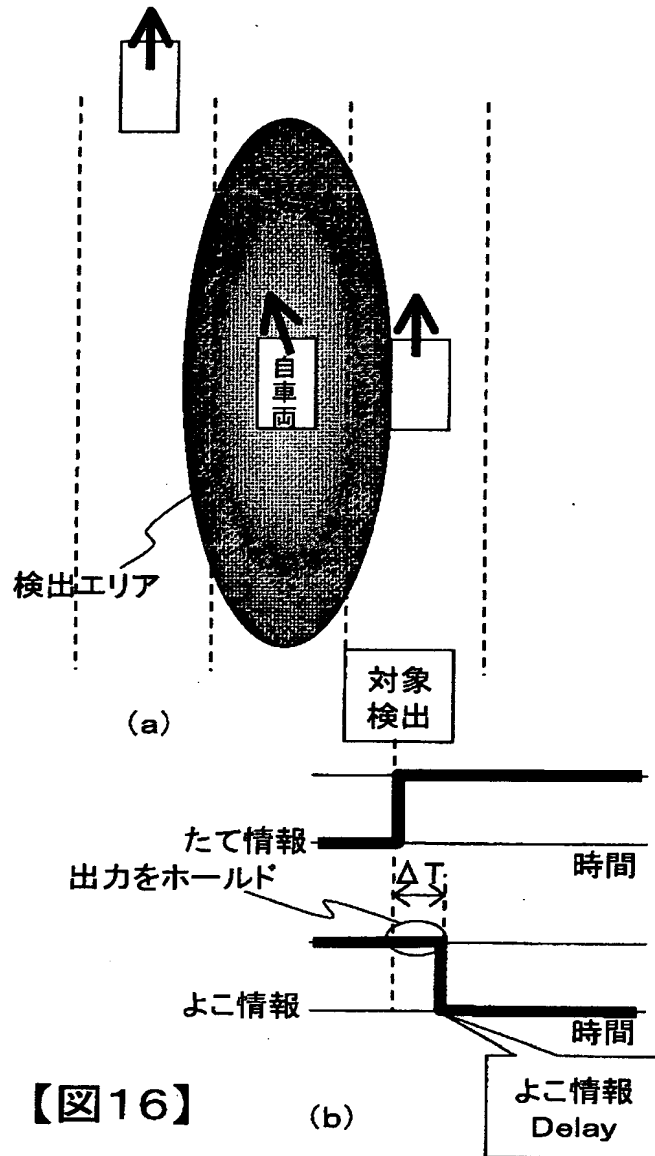


【図 15】



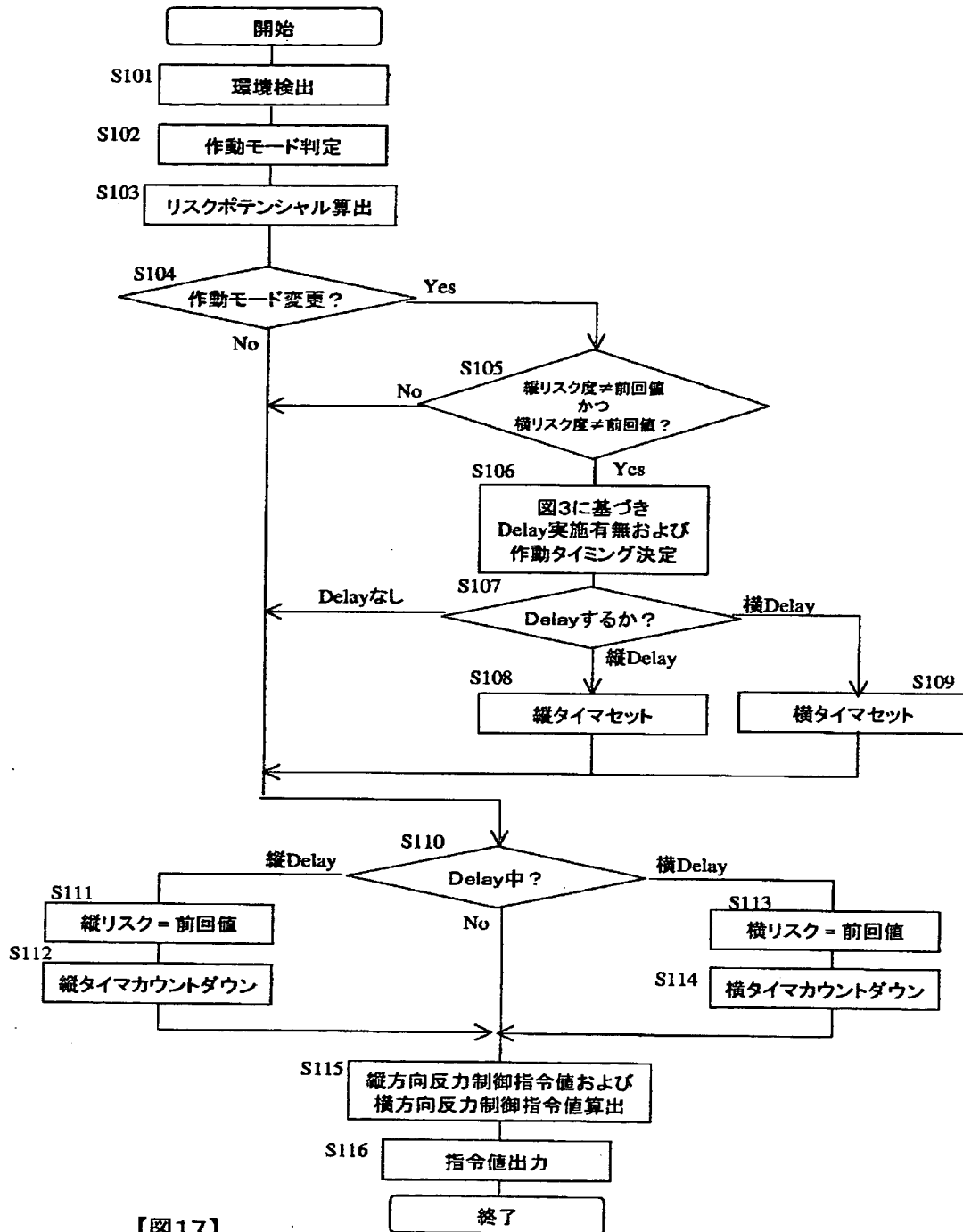
【図 1 6】

CaseL: 横→縦



【図 1 6】

【図 17】



【図17】

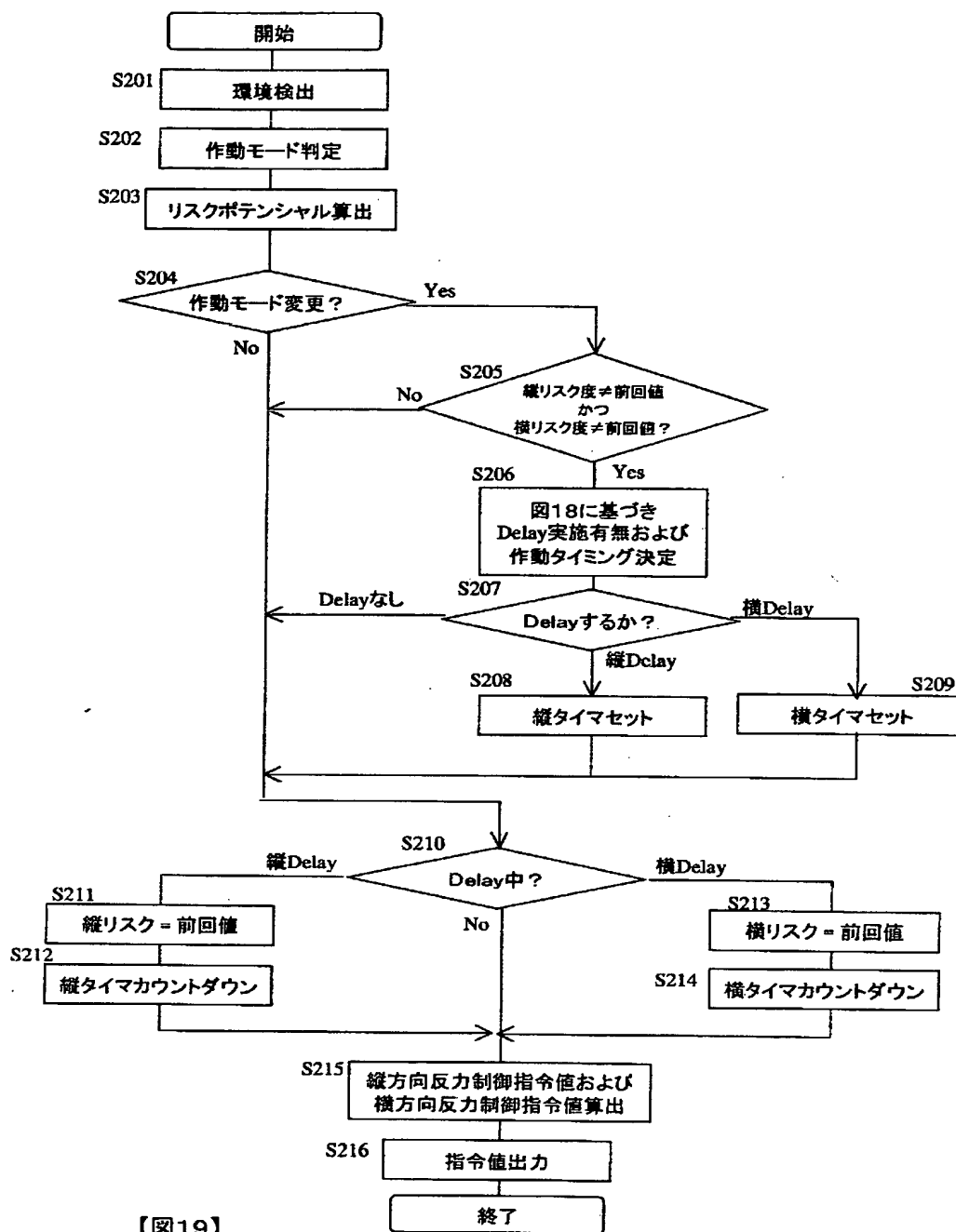
【図 1 8】

【図18】

状態遷移前後の 情報伝達モード			情報伝達開始タイミング 状態遷移に対し				遅れ時間
			縦		横		
遷移前	→	遷移後	同時	遅れ	同時	遅れ	
E H	なし	縦+横	○			○	ΔT
	縦+横			○	○	W1 ΔT	
	その他			○		○	0

E  
H

【図19】



【図19】

【図 2 0】

【図20】

状態遷移前後の 情報伝達モード			情報伝達開始タイミング 状態遷移に対し				遅れ時間
			縦		横		
遷移前	→	遷移後	同時	遅れ	同時	遅れ	
E	なし	縦＋横	○			○	$\Delta T$
F		縦＋横	○			○	$W1 \Delta T$
G		縦＋横	○			○	$W1 \Delta T$
H		なし		○	○		$W2 \Delta T$
I		縦		○	○		$W3 \Delta T$
J		横		○	○		$W3 \Delta T$
K		縦		○	○		$W4 \Delta T$
L		横		○			○
その他			○		○		0

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

縦方向および横方向のリスクポテンシャルを運転者に伝達し、運転操作を適切にアシストすることができる車両用運転操作補助装置を提供する。

【解決手段】

車両用運転操作補助装置 1 は、自車両周囲の走行環境を検出する走行環境検出手段 1 0、2 0、2 1、3 0 と、走行環境検出手段 1 0、2 0、2 1、3 0 によって検出される走行環境に基づいて、自車両の前後方向および左右方向のリスクポテンシャルを算出するリスクポテンシャル算出手段 5 0 と、リスクポテンシャル算出手段 5 0 によって算出された前後方向リスクポテンシャルを運転者に伝達する縦伝達手段 8 0 と、リスクポテンシャル算出手段 5 0 によって算出された左右方向リスクポテンシャルを運転者に伝達する横伝達手段 6 0 と、縦伝達手段 8 0 および横伝達手段 6 0 の作動／非作動が切り替わる際に、運転者による自車両の前後方向あるいは左右方向の運転操作を促して自車両を安定させるよう、縦伝達手段 8 0 および横伝達手段 6 0 の出力タイミングを可変とするタイミング可変手段 5 0 とを有する。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-282985	
受付番号	50201453000	
書類名	特許願	
担当官	第三担当上席	0092
作成日	平成14年 9月30日	

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年 9月27日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003997]

1. 変更年月日	1990年 8月31日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
氏 名	日産自動車株式会社